



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY**

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

# **ANALÝZA ZMETKOVITOSTI VE VÝROBNÍM PROCESU**

Scrap Analysis in Manufacturing Process

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

DIPLOMA THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Bc. Alena Buriánková

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. Josef Bednář, Ph. D.

BRNO 2019



## Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky  
Studentka: **Bc. Alena Buriánková**  
Studijní program: Strojní inženýrství  
Studijní obor: Kvalita, spolehlivost a bezpečnost  
Vedoucí práce: **Ing. Josef Bednář, Ph.D.**  
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

### Analýza zmetkovitosti ve výrobním procesu

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce se zabývá snížením zmetkovitosti v konkrétním výrobním procesu. Jako vhodné nástroje se jeví regulační diagramy a analýza způsobilosti procesu.

Součástí práce bude návrh opatření vedoucích ke snížení zmetkovitosti procesu.

#### Cíle diplomové práce:

Popis zlepšovaného procesu,  
Popis základních nástrojů statistické regulace procesů.  
Aplikace těchto nástrojů na konkrétní proces.  
Návrh opatření vedoucích ke zlepšení procesu.  
Ekonomické zhodnocení investic.

#### Seznam doporučené literatury:

MONTGOMERY, Douglas C. Introduction to statistical quality control. 7th ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2013. ISBN 9781118146811.

Statistická regulace procesů (SPC): příručka. 2. vyd. Přeložil Jiří MICHÁLEK. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01810-9.

TOŠENOVSKÝ, Josef. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-7225-040-X.

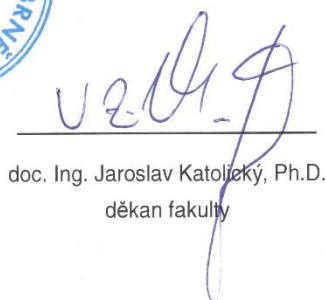
Analýza systémů měření (MSA): příručka. 3. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2003. ISBN 80-02-01562-2.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 3. 12. 2018



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá snížením neshodné výroby u výroby plastových misek s využitím statistických metod. Práce v teoretické části mimo jiné popisuje statistickou regulaci procesů, analýzu způsobilosti procesů a typy regulačních diagramů. Základem pro praktickou část je sběr dat za určité období výroby, ze kterých je vyhodnoceno procento neshodné výroby. Jsou zde navrženy experimenty a nápravná opatření, která vedou ke zlepšení procesu a tím ke snížení neshodné výroby.

## **ABSTRACT**

The master's thesis is focused on the reduction of rejection rate in production of plastic bowls with the use of statistic methods. The theoretical part of this thesis describes among others Statistical Process Control, Process capability and types regulatory diagrams. The basis for the practical part is data collection over a certain period of production, from which the percentage of the rejection rate is evaluated. Experiments and corrective actions are designed to improve the process and thereby reduce scrap.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Statistická regulace procesu, regulační diagramy, způsobilost procesu, vstřikování

## **KEYWORDS**

Statistical process control, control charts, process capability, injection moulding



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Citace tištěné práce:

BURIÁNKOVÁ, Alena. Analýza zmetkovitosti ve výrobním procesu. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117964>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Josef Bednář.

Citace elektronického zdroje:

BURIÁNKOVÁ, Alena. Analýza zmetkovitosti ve výrobním procesu [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117964>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Josef Bednář.





## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Josefu Bednářovi Ph.D. za odborné vedení mé práce, poskytování rad a připomínek při zpracování. Dále bych ráda poděkovala Miloši Navrátilovi za pomoc a cenné rady při vypracování praktické části a Ing. Luboši Kotkovi Ph.D. za odbornou konzultaci týkající se nejenom vypracování FMEA.



## **ČESTNÉ PROHLÁŠ ENÍ**

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Josefa Bednáře Ph. D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24.5.2019

.....

Bc. Buriánková Alena



# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI KP-KOPRO .....</b>	<b>17</b>
2.1	Lisovna plastů .....	17
2.2	Výrobní program .....	17
<b>3</b>	<b>ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>STATISTICKÁ REGULACE PROCESŮ .....</b>	<b>21</b>
4.1	Etapy statistického řízení procesů .....	21
4.1.1	Analýza procesu .....	21
4.1.2	Údržba procesu .....	22
4.1.3	Zlepšování procesu .....	22
4.2	Metody SPC .....	22
4.2.1	Sedm základních nástrojů managementu kvality .....	22
4.3	Regulační diagramy .....	27
4.3.1	Prvky regulačních diagramů .....	28
4.3.2	Regulační diagramy při kontrole měřením .....	29
4.3.3	Regulační diagramy při kontrole srovnáváním .....	29
4.4	Statisticky nezvládnutý stav .....	29
4.5	Analýza způsobilosti procesů.....	31
4.5.1	Volba znaku jakosti.....	31
4.5.2	Analýza systému měření – MSA .....	31
4.5.3	Shromáždění údajů.....	31
4.5.4	Průzkumová analýza shromážděných údajů .....	31
4.5.5	Ověření normality sledovaného znaku.....	31
4.5.6	Posouzení statistické zvládnutelnosti procesu .....	31
4.5.7	Výpočet indexu způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami.....	31
4.6	Regulace, způsobilost a zlepšování procesu .....	32
4.6.1	Indexy způsobilosti .....	33
➤	Index způsobilosti $C_P$ .....	33
➤	Index způsobilosti $C_{PK}$ .....	33
➤	Ukazatele způsobilosti procesu při sledování výskytu neshodných jednotek.....	33
<b>5</b>	<b>EKONOMICKÉ ÚVAHY SPOJENÉ S MANAGEMENTEM KVALITY.....</b>	<b>35</b>
5.1	Ekonomické úvahy, analýza přínosů a nákladů .....	35
5.2	Podstata ekonomiky kvality .....	35
5.3	Analýzy efektivnosti zlepšování kvality .....	36
<b>6</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>37</b>
6.1	Proces .....	37
6.2	Postupový diagram procesu .....	37
6.2.1	Fotografie výrobní linky .....	41
6.2.2	Išikawův diagram.....	42
6.3	Sběr dat a vyhodnocení současné situace.....	43
6.3.1	Definování znaku jakosti .....	43
6.3.2	Histogram.....	46
6.3.3	Paretova analýza .....	47
6.3.4	Regulační diagram pro podíl neshodných jednotek Laney P.....	48
6.3.5	Ukazatel způsobilosti procesu.....	49

6.4	Výsledky sběru dat .....	50
6.5	Zjišťování možných příčin .....	51
6.5.1	Vlastnosti etiket .....	52
6.5.2	Poka-yoke přihrádky .....	52
6.5.3	Počet etiket v poka-yoke přihrádkách .....	52
6.5.4	Příprava a provzdušňování etiket .....	53
6.5.5	Průvan .....	53
6.5.6	Rychlost podávání etiket robotem do formy .....	53
6.6	FMEA .....	53
<b>7</b>	<b>AKTUÁLNÍ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ A NÁVRH NA ZLEPŠENÍ .....</b>	<b>59</b>
7.1	Aktuální nápravná opatření .....	59
7.2	Návrh na zlepšení – investice .....	59
7.2.1	Forma .....	59
7.2.2	Robot .....	59
7.2.3	Poka-yoke přihrádky .....	59
7.2.4	Optická kontrola kvality .....	61
<b>8</b>	<b>TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ .....</b>	<b>63</b>
8.1	Stanovení maximální výrobní schopnosti .....	63
8.2	Celkové využití výrobní kapacity .....	63
8.3	Procento neshodné výroby .....	63
8.4	Analýza výroby za rok 2018 .....	63
8.5	Využitelnost drtě z neshodných kusů .....	64
8.6	Porovnání současného stavu a stavu po zavedení doporučených opatření .....	64
8.6.1	Náklady na nekvalitu .....	64
8.7	Návratnost finančních prostředků .....	67
8.7.1	Optická kontrola .....	67
8.7.2	Nová forma .....	68
8.7.3	Poka-yoke přihrádky + nové zakládací hlavy + celoplošná dosedací plocha .....	68
<b>9</b>	<b>SHRUTÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ .....</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>71</b>
<b>11</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>73</b>
11.1	Knižní publikace .....	73
11.2	Internetové zdroje .....	73
11.3	Normy .....	73
11.4	Konzultace .....	74
<b>12</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>75</b>
12.1	Seznam zkratk .....	75
12.2	Seznam obrázků .....	75
12.3	Seznam tabulek .....	77
<b>13</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>79</b>
<b>14</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>81</b>

# 1 ÚVOD

Současná ekonomika a konkurence vyžaduje, aby se všichni výrobci věnovali neustálému zlepšování, což znamená, že se musí hledat ty správné způsoby pro produkci výrobků a služeb. Důraz se klade především na rostoucí požadavky zákazníků s ohledem na jakost produktů, s tím, že uspokojení zákazníka je prvořadý obchodní cíl. Do jakosti výrobku zasahuje několik faktorů, jako např. materiál a jeho vlastnosti, způsob zpracování, přesnost rozměrů, výrobní zařízení. Mimo jiné nesmíme opomenout důsledky lidského faktoru. Na proces může mít vliv několik zaměstnanců současně, např. seřizovač, kontrolor, obsluha apod. Existují i méně známé faktory, které mohou mít na proces vliv, a proto v této práci neopomím vliv směnování a okolního prostředí.

Existuje velké množství metod a nástrojů pro zlepšování. „Rozhodujícími nástroji jsou statistické metody a metody z nich odvozené.“ Ty by měly přispět k zajištění strategických cílů každé jednotlivé etapy procesu. V této situaci se jedná o výrobní etapu, ve které „jde zejména o účinnou regulaci technologického procesu, směřující k maximální kvalitě a minimalizaci ztrát a s tím související zajištění ekonomiky výrobního procesu.“ Jako rozhodujícím nástrojem se zde jeví aplikace regulačních diagramů. [3]

SPC je primární nástroj pro statistické řízení kvality, který pomáhá identifikovat změny v kvalitě, snižuje počet neshodných výrobků, a především zvyšuje kvalitu vyráběného produktu. Statistické metody mívají největší přínos při hromadné sériové výrobě a ve velkém objemu výroby. Zavedením tohoto nástroje lze zabránit zbytečným nákladům či ne hospodárnosti a může se díky němu docílit vyšší produktivity a nižších výrobních nákladů.

„Dosahování a udržování procesu na požadované úrovni jakosti je podmíněno důslednou analýzou chování procesu, při níž je třeba odhalit, jak proces funguje, jaké jsou jeho nedostatky a jejich příčiny, zda se opakují, na co mají vliv v procesu. Statistickou regulaci procesu můžeme tedy definovat jako bezprostřední a průběžnou kontrolu procesu, která je založena na matematicko-statistickém vyhodnocení jakosti produktů. Poskytuje informace pro operativní a včasné zásahy do procesu.“ [2]

Tato diplomová práce se zabývá snížením neshodné výroby s použitím statistických nástrojů. Konkrétně se jedná o regulaci srovnáváním u výroby plastových misek. Při sběru dat se ukázalo, že interní neshodná výroba tohoto produktu se pohybuje kolem 3,7 %, přičemž v cílech kvality je stanovena hranice 1 %. Vzhledem k tomu, že se jedná o vysokoobrátkovou výrobu, a týká se zákazníka, který představuje pro firmu podstatnou část zisku, hrozí zde díky vysoké interní neshodné výrobě ztráta zakázek a postupem času možná i zákazníka. U procesu je nutné identifikovat znaky kvality, neshody, příčiny neshod, a ty odstranit.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části práce jsou vysvětleny základní pojmy, metody statistického řízení a analýza způsobilosti procesů. Praktická část obsahuje samotný sběr a vyhodnocení dat, Paretovu analýzu, diagram příčin a následků a v neposlední řadě i příslušné regulační diagramy.

Pro celkové zlepšení procesu byla jednou důležitou částí ekonomika. Pro celkové ekonomické zhodnocení bylo potřeba zahrnout veškeré investice a vypočítat jejich návratnosti. Počítalo se s investicí do pneumatického pracoviště a se zcela novou implementací optické kontroly kvality.





## 2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI KP-KOPRO

Firma KP – KOPRO se sídlem v Prostějově se rozvíjí již od roku 2000. Původně se zabývala především výrobou kuchyňských potřeb a plastových stavebnic modelů letadel. Nyní je výroba rozšířena na výrobu technických výlisků a výrobu nástrojů. Je zde zaveden systém ISO 9001:2016, který v lednu 2018 úspěšně prošel recertifikací. Firma je rozdělena na dvě části, na nástrojárnu a na lisovnu plastů. Tyto dvě části spolu úzce spolupracují, především při opravě forem. Diplomová práce se bude zabývat snížením neshodné výroby v části lisovny. [14]

### 2.1 Lisovna plastů

V lisovně se nachází celkem 13 lisů. Některé lisy jsou určené pro potravinářský průmysl, jiné pro automobilní průmysl a také jsou tu lisy, na kterých se vyrábějí výlisky pro tzv. kuchyňský program. Lisovna je vybavena mostovým jeřábem, jednotlivé lisy dopravními pásy a stoly pro správnou ergonomii. To podstatné, co lisovně chybí, je 5S.

### 2.2 Výrobní program

Výrobní program firmy je založen z větší části na výrobě výlisků pro potravinářský průmysl. Během jedné směny se zde vyrobí v průměru 24 tisíc ks dvou druhů víček a misek. Kuchyňský program obsahuje výrobu plácaček na mouchy, ručních šlehačů, odměrek, plastových tácek a talířků, a to vše v různých barvách. U zakázek pro automotive se jedná především o malé součástky do dveří aut, airbagů, podvozků apod.



Obr. 1) Logo KP – KOPRO [14]



### 3 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

Pojmy byly volně převzaty z [1]

#### Binomické rozdělení

- Diskrétní rozdělení pravděpodobnosti používané pro shodné a neshodné jednotky a pro konstrukci p a np diagramů

#### Data

- „Sběr pozorování v souboru podmínek, kterým může být buď proměnná, nebo diskrétní hodnota [10]

#### Kvalitativní data

- Kategorická data, která se využívají při analýze srovnáváním. Jsou určeny znaky jakosti, které se porovnávají, popř. podmínka, kdy se zaznamenává výsledek ve formě ano/ne.

#### Kvantitativní data

- Numerická data, která se využívají při analýze měření. Data jsou zaznamenávána včetně jednotek.

#### Náhodná příčina

- „Zdroj kolísání, který ovlivňuje všechny individuální hodnoty odebírané procesu, jehož výstup se studuje.“

#### Normální rozdělení

- Spojité, symetrické rozdělení pro kvantitativní data

#### Poissonovo rozdělení

- Diskrétní rozdělení pravděpodobnosti pro kvalitativní data

#### Proces

- Jedná se o postupný děj, při němž se využívají určité zdroje, které pomáhají vstupy měnit na výstupy.

#### Regulační diagram

- Grafické vyjádření určitého znaku procesu. Zjišťuje statisticky zvládnutý stav procesu a udržuje ho v tomto stavu.

#### Statistická regulace procesu

- „Použití statistických metod jako jsou regulační diagramy k analýze procesu nebo jeho výstupu tak, aby se mohly uskutečnit vhodné zásahy k dosažení a udržení statisticky zvládnutého stavu a zlepšit způsobilost procesu.“

#### Zvláštní příčina

- „Zdroj kolísání, který ovlivňuje pouze některé z výstupů procesu; často je nestabilní a nepredikovatelný.“



## 4 STATISTICKÁ REGULACE PROCESŮ

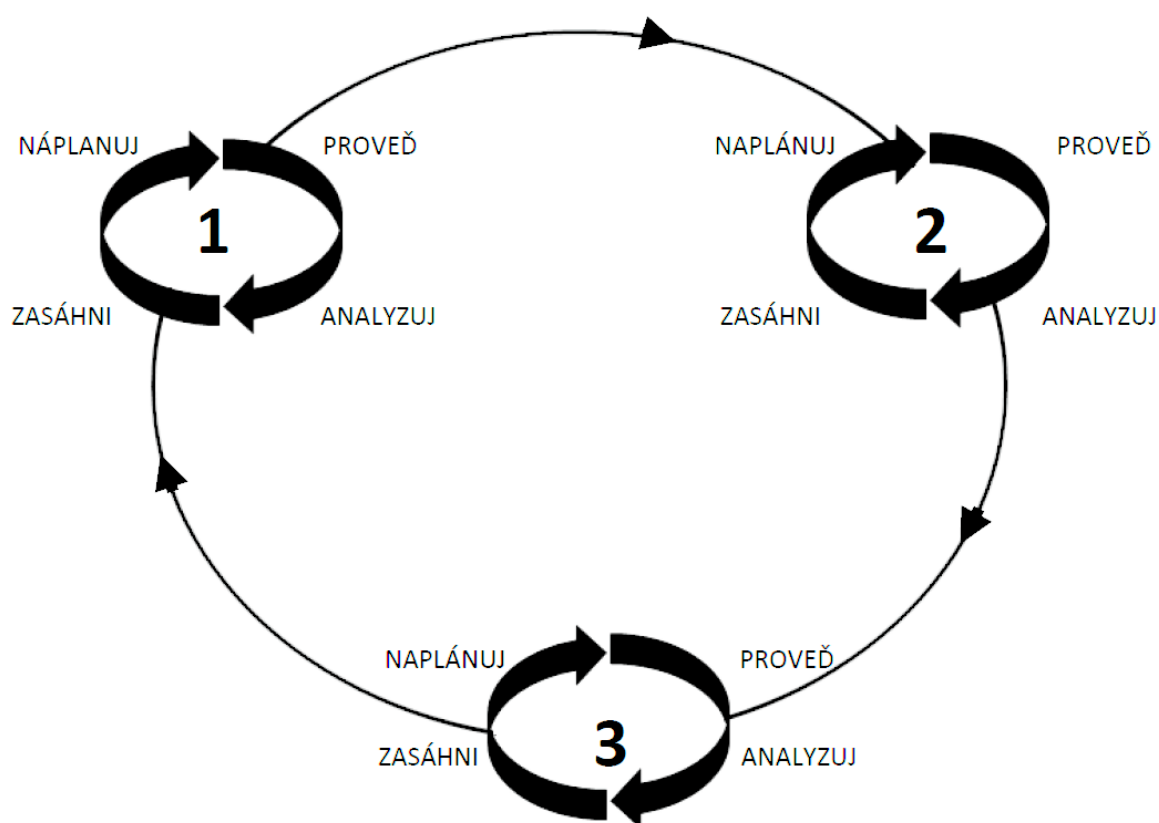
„Statistická regulace procesu představuje preventivní nástroj řízení jakosti, neboť na základě včasného odhalování významných odchylek v procesu od předem stanovené úrovně umožňuje realizovat zásahy do procesu s cílem udržovat jej dlouhodobě na přípustné a stabilní úrovni, popřípadě umožnit proces zlepšovat.“ [3]

### 4.1 Etapy statistického řízení procesů

Statistické řízení procesů je součástí cyklu neustálého zlepšování. Proces se vždy nachází v jedné ze tří fází, které jsou uvedeny na obr. 2.

#### 1. ANALÝZA PROCESU

#### 2. ÚDRŽBA PROCESU



#### 3. ZLEPŠOVÁNÍ PROCESU

Obr. 2) Cyklus zlepšování procesu [1]

#### 4.1.1 Analýza procesu

Pokud budeme mluvit o zlepšování procesu, je nezbytné, abychom procesu porozuměli do hloubky. K tomuto nám pomáhá několik otázek, na které je potřeba znát odpověď. Nejdříve musíme popsat, jak má proces pracovat, co do něj vstupuje a co je naopak jeho výstupem. Je potřeba identifikovat externí i interní zákazníky a znaky jakosti. Zjišťujeme také, jestli je proces ve statisticky zvládnutém stavu, způsobilý a spolehlivý.

### 4.1.2 Údržba procesu

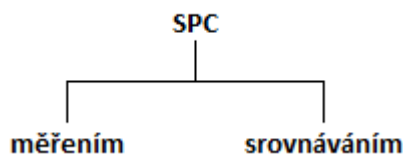
„Procesy jsou dynamické a v čase se mění,“ proto je důležité je neustále sledovat patřičnými nástroji, aby se zamezilo nežádoucímu stavu. Pokud je proces způsobilý, je potřeba ho na této úrovni udržovat. Jakmile nastane odchylka od tohoto stavu, nástroj pro regulaci o tom signalizuje a následně mohou být zavedena opatření pro izolování příčin těchto změn. [1]

### 4.1.3 Zlepšování procesu

Pro většinu uživatelů je důležité, aby se proces stal stabilní a aby v tomto stavu zůstal. V některých případech je ale pro zákazníka důležité, aby se zamezilo kolísání procesu. V tomto směru je tedy podstatnější, aby došlo k redukci kolísání a proces se nadále neustále zlepšoval. K tomuto kroku nám slouží další statistické metody řízení jako např. plánované experimenty, kdy jsou do procesu záměrně uváděny změny. Tyto změny se měří a tím pomáhají k podrobnějšímu poznání procesu a ke snížení kolísání. [1]

## 4.2 Metody SPC

„Pod pojmem SPC je zahrnut soubor aplikovaných statistických metod a nástrojů. Jedná se o některé prvky popisné statistiky a prvky matematické statistiky, zpracované tak, že jsou jednoduše použitelné v provozu.“ U SPC je důležité určit, zda se bude jednat o regulaci měření nebo srovnávání. V případě regulace měření se jedná o sběr kvantitativních dat, která mají číselnou hodnotu. U regulace srovnávání se jedná o kvalitativní data, kde se informace o znaku jakosti „získávají srovnáním hodnoceného výstupu s příslušným etalonem.“ [2]



Obr. 3) Rozdělení SPC [2]

### 4.2.1 Sedm základních nástrojů managementu kvality

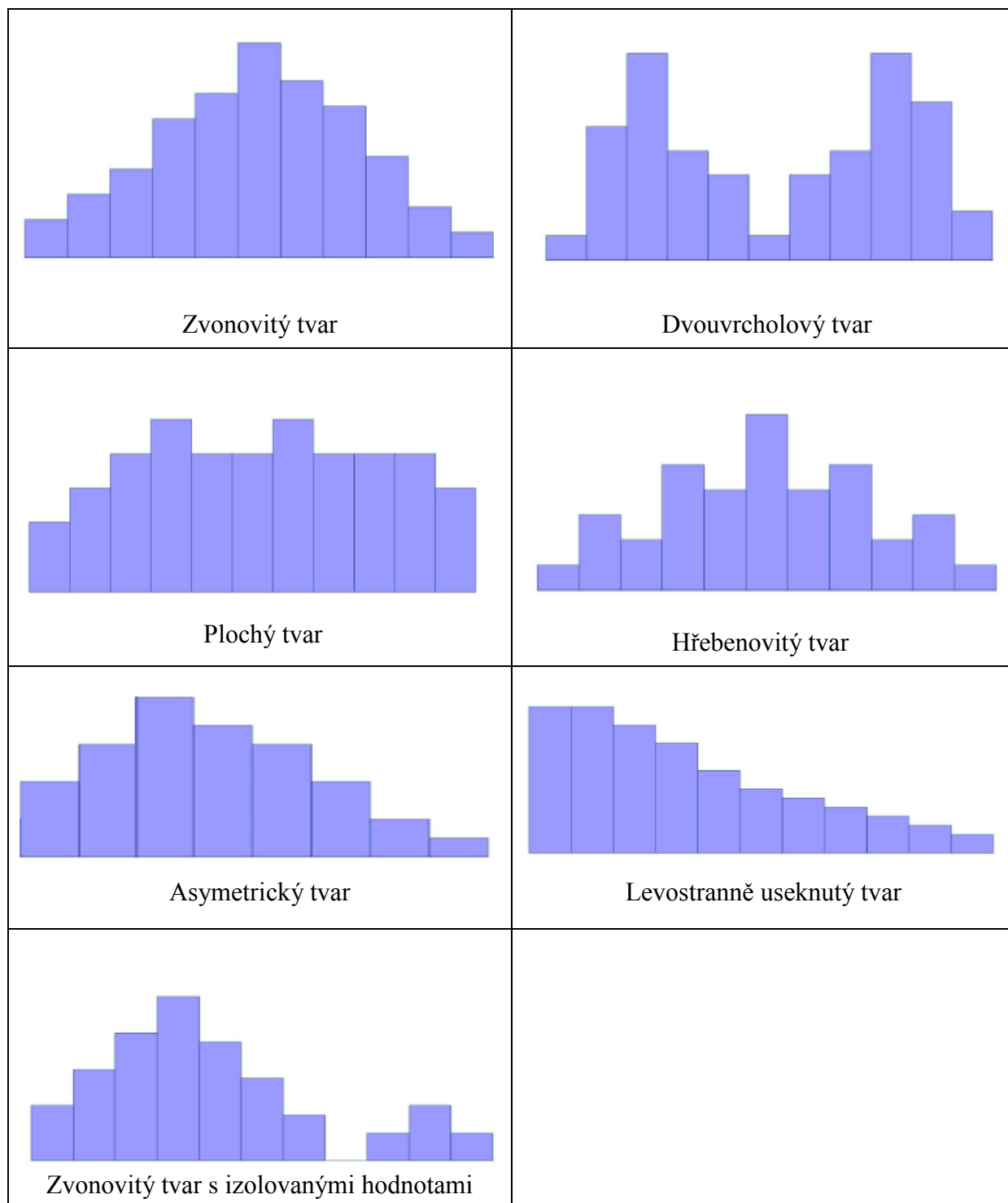
Následující základní nástroje jsou základem pro SPC a mají své nezastupitelné místo v rámci cyklu zlepšování v tzv. DMAIC, kdy každé písmeno znamená jistý cyklus. **D** – definování (procesu, zákazníka, výstupu), **M** – měření (zjištění stávající výkonnosti), **A** – analýza (stanovení příčin nízké výkonnosti a chyb), **I** – zlepšování (příprava a realizace ke zlepšení), **C** – řízení („udržování procesu na nově stanovené úrovni“). [4]

#### Kontrolní tabulky a záznamníky

„Kontrolní tabulky a záznamníky slouží k ručnímu sběru a záznamu prvotních dat o procesu spolehlivým, organizovaným způsobem“. Při tvoření tabulek je důležité dodržovat určité principy, jako např. správný proces třídění dat - tzv. stratifikaci. Tabulka by měla být jednoduchá, standardizovaná a měla by mít správnou vizuální interpretaci. I přes splnění těchto podmínek mají tabulky na rozdíl od grafů nevýhodu, a to v názornosti a ve vybavovací schopnosti informací, které data poskytují. [2] [4]

### Histogram četností

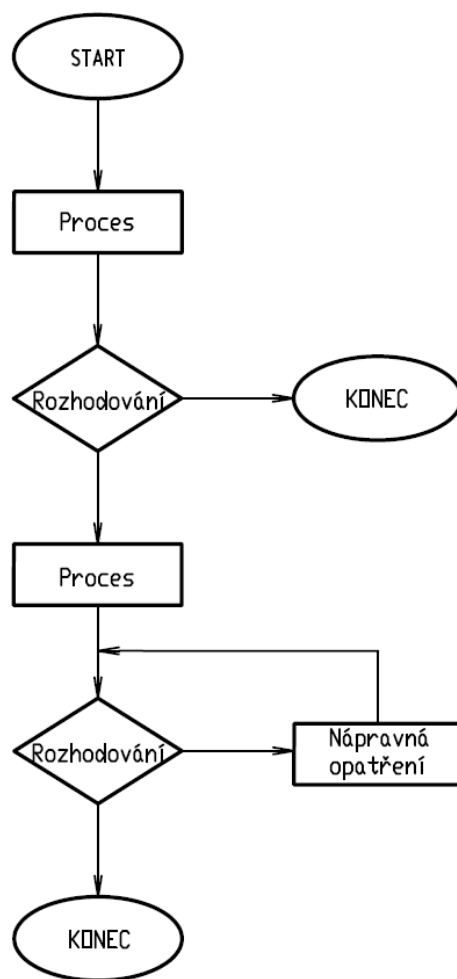
„Histogram představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností“. Data se orientačně rozdělují do tříd podle vzorce  $m=1+3,3 \log n$  ( $n$  – rozsah dat) (1). Histogramy patří díky své přehlednosti mezi nejpoužívanější statistické nástroje. Tvar histogramu se odvíjí od působení vymezených příčin variability. Ty pak způsobují odchylku od zvonovitého tvaru, který znázorňuje normální rozdělení a statistický zvládnutý stav. [4]



Tab 1) Tvary histogramů [15][4]

### Vývojové diagramy

Tyto diagramy nám pomáhají identifikovat proces, pochopit, jak proces funguje a tím identifikovat zlepšení. Objasňuje vazby mezi činnostmi procesu a odhaluje nedostatky procesu. „Vývojové diagramy jsou univerzálním nástrojem popisu jakéhokoliv procesu. Jsou důležitou pomůckou při budování systému zabezpečování jakosti podle norem ISO řady 9000.“ Vývojový diagram se skládá z několika bloků, které zobrazují činnosti a rozhodování. „Pro sestavení vývojových diagramů se doporučuje využívat jednotné symboliky dané ČSN ISO 5807.“ [6][4]

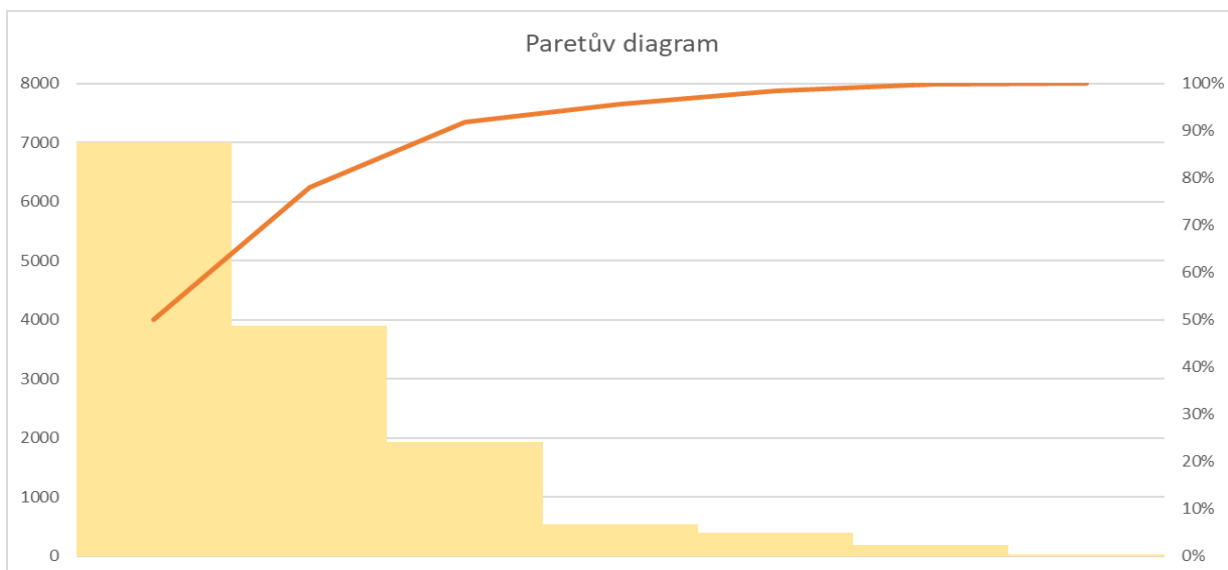


Obr. 4) Příklad vývojového diagramu

### Paretova analýza

Jedná se o rozhodovací nástroj, který je běžně dostupný a snadno aplikovatelný. „Umožňuje oddělit podstatné faktory od méně podstatných a ukázat, kam zaměřit úsilí při odstraňování nedostatků v procesu zabezpečování jakosti“ Nejdříve se provede sběr dat např. podle druhu vad. Seřadí se od nejpočetnější po nejméně. Součty hodnot se vyjádří v procentech, a dále se vypočítá kumulovaná a relativní kumulovaná četnost. Vytvořit Paretův graf v dnešní době není pro různé počítačové programy žádný problém. [6]

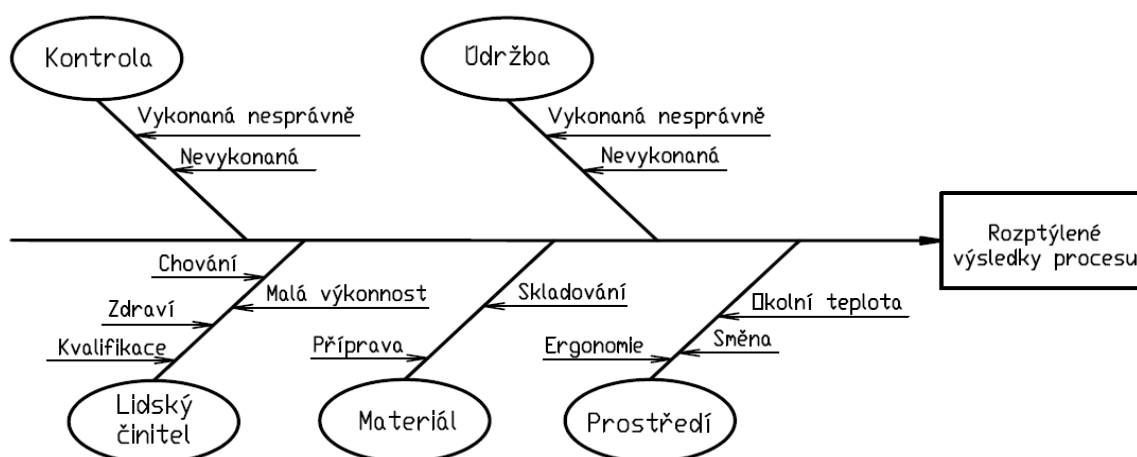




Obr. 5) Příklad Paretova diagramu

### Analýza příčin a následků (Išikawův diagram)

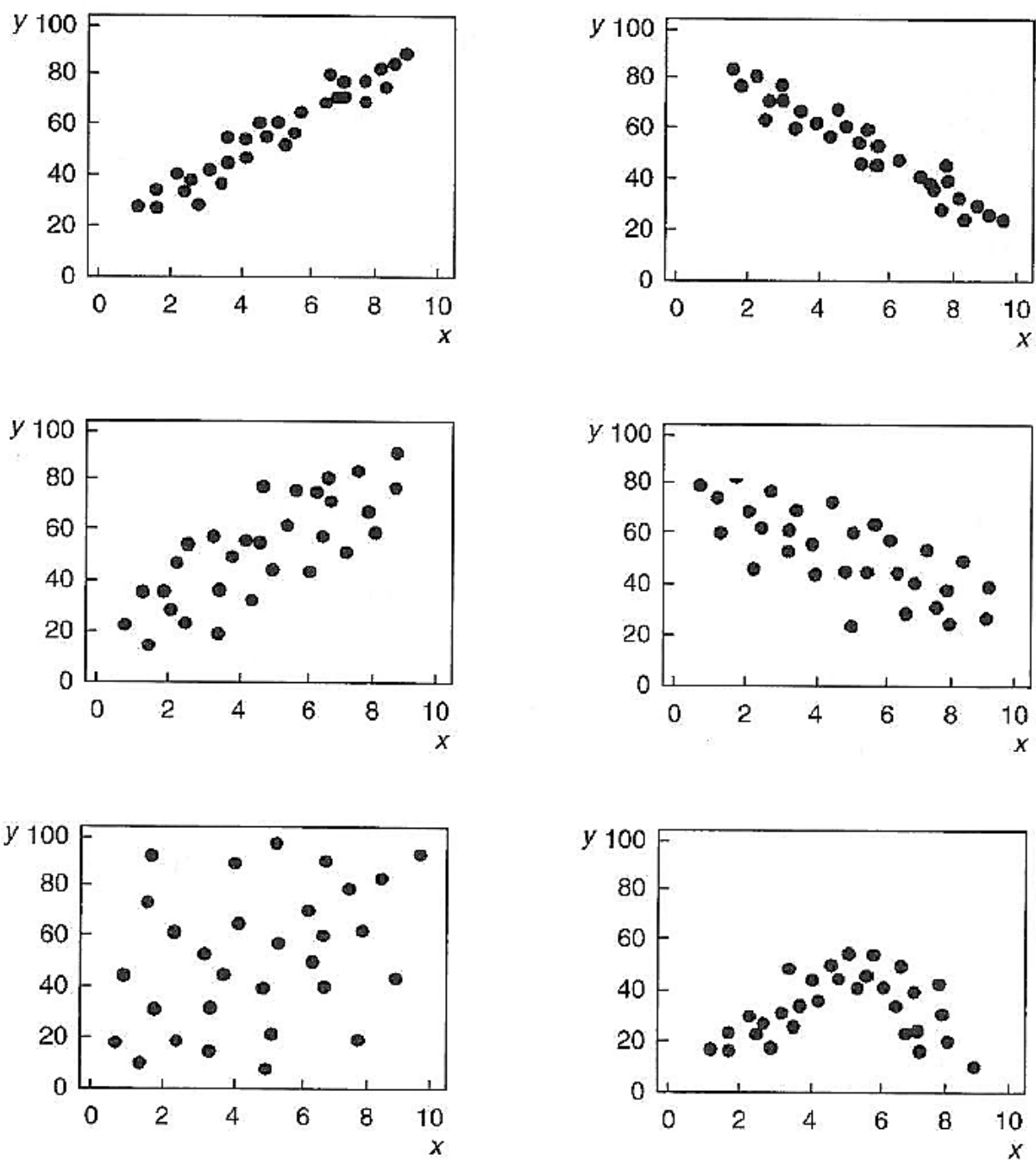
Išikawův diagram neboli také diagram rybí kosti, je jednoduchým nástrojem pro zjišťování informací o procesech. Za účelem zlepšování shromažďuje informace o výsledcích a výkonnosti procesů. „Umožňuje najít skutečné příčiny následku, ne pouze symptomy, a zvolit nejefektivnější řešení problému.“ Při vytváření Išikawova diagramu se doporučuje sestavit tým odborníků, kteří se orientují v dané problematice. [4][6]



Obr. 6) Příklad Išikawova diagramu

### Bodový diagram

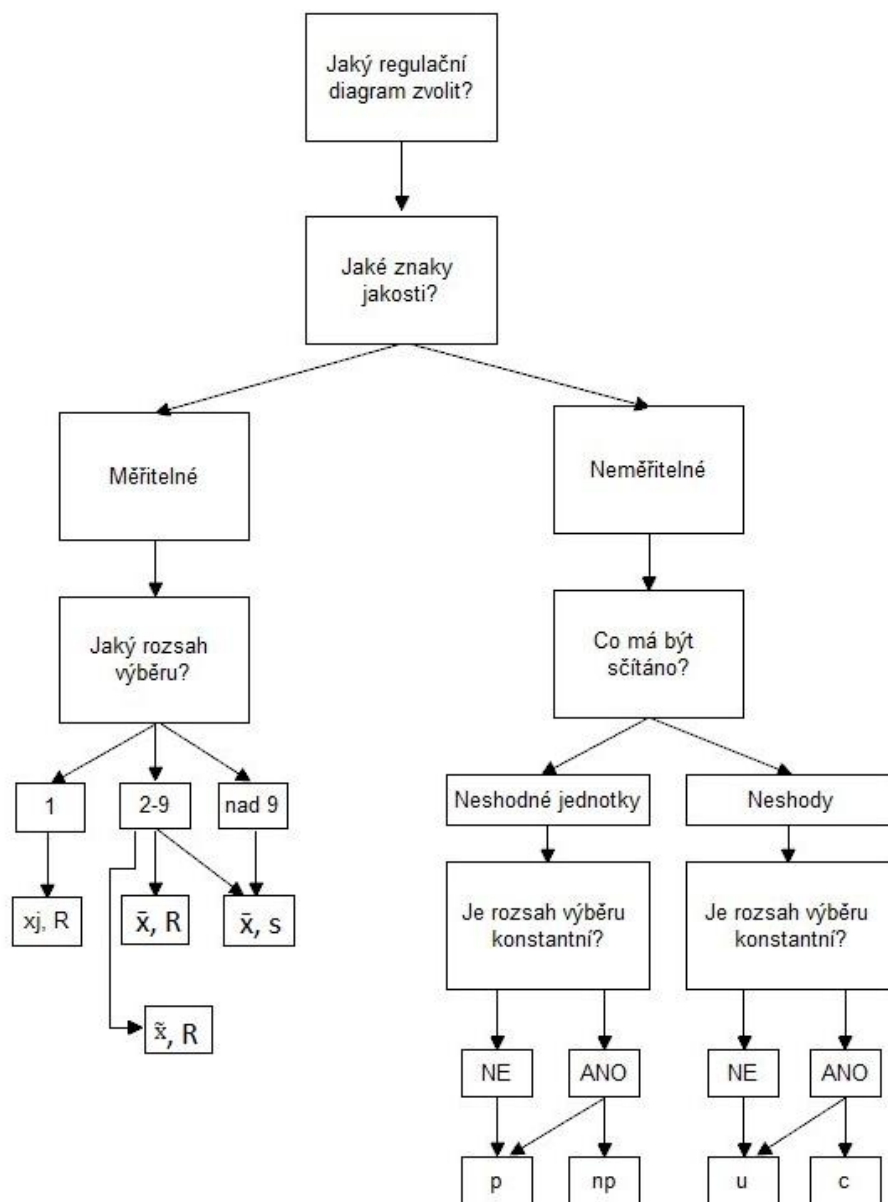
Bodový diagram slouží ke grafickému znázornění závislosti mezi různými znaky jakosti. V některých situacích je ekonomicky náročné a neefektivní regulovat proces podle vybraného znaku jakosti. Pokud mezi znaky existuje korelace (lineární závislost), tak je potřeba najít „vhodnou regresní funkci, a pomocí ní a hodnot znaku jakosti, který jsme schopni rychle a levně zjistit, stanovit hodnoty požadovaného znaku jakosti.“ [4]



Obr. 7) Základní typy stochastické závislosti dvou proměnných [4]

### Regulační diagram

Existuje několik typů regulačních diagramů. Pro použití správného typu diagramu slouží následující postup. O regulačních diagramech dále pojednává kap. 4.3.



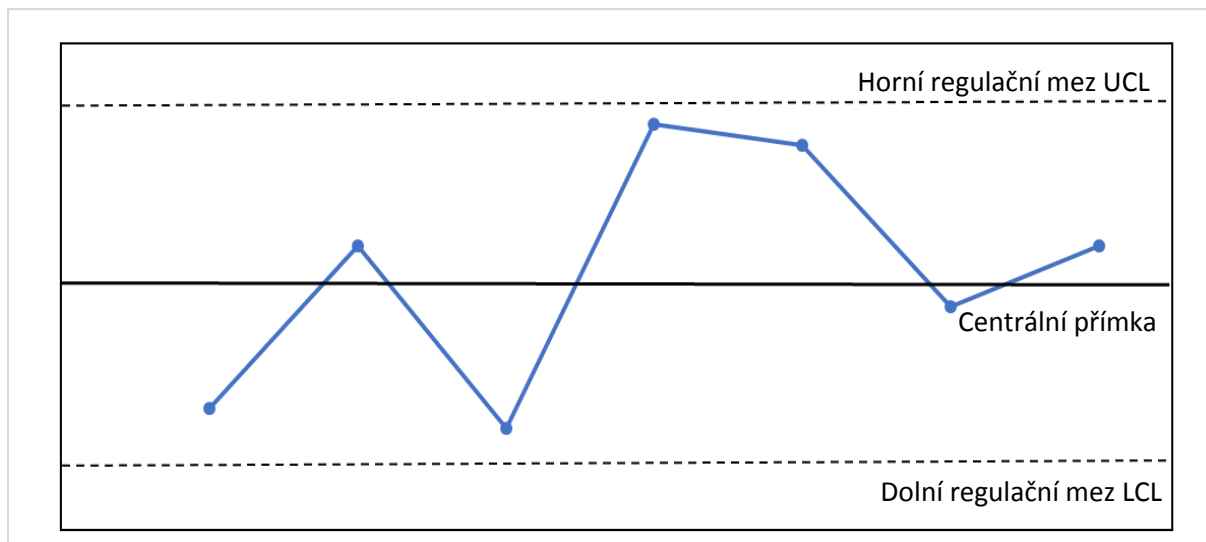
Obr. 8) Schéma postupu při výběru vhodného klasického RD [2]

### 4.3 Regulační diagramy

V opakovaném procesu je zapotřebí, aby byly dobře pochopeny a vyloučeny nevyhnutelné změny. V roce 1924 se stal W.A. Shewart průkopníkem statistické kontroly kvality, když představil metodu kontrolních (regulačních) diagramů. Shewart představil 2 typy variability, které při kombinaci zohledňují všechny změny v procesu. První typ je variabilita způsobená náhodnými (zvláštními) příčinami a na druhé straně jsou příčiny systematické, které se vyskytují při běžném každodenním chodu procesu.

Regulační diagramy jsou sestaveny tak, že se během procesu postupně vybírají vzorky, ty se měří a pak se vykreslí souhrnná statistika. Ačkoli je vyvinuto několik různých typů regulačních diagramů, všechny mají jeden cíl:

- zjistit, zdali je proces statisticky zvládnutý
- určit vlivy vymezitelných příčin a nápravná opatření
- udržovat statisticky zvládnutý stav [5][6]

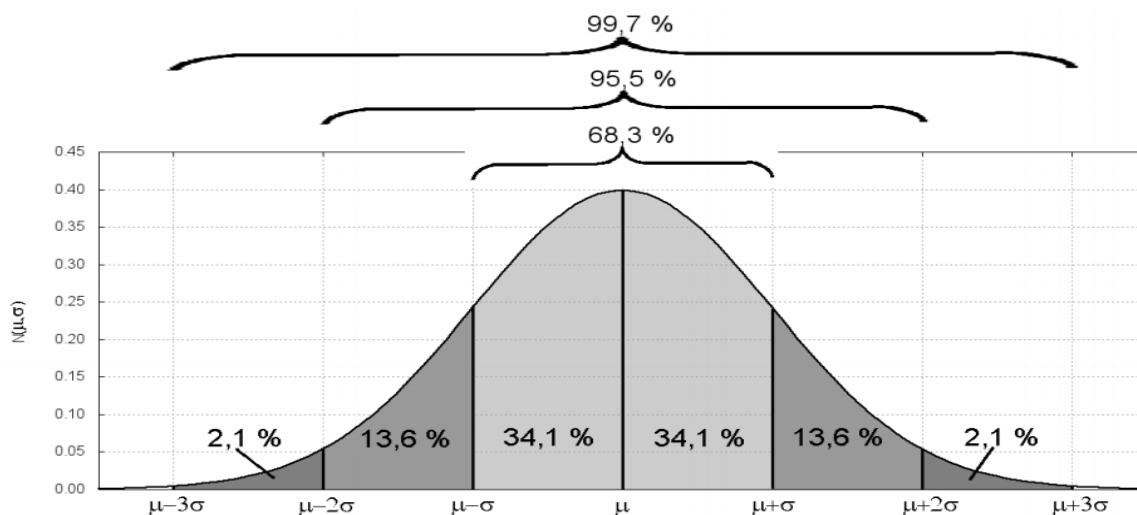


Obr. 9) Shewhartův regulační diagram [5]

#### 4.3.1 Prvky regulačních diagramů

##### UCL, LCL

- regulační meze, které určují, zda se body pohybují vně pole a signalizují tak přítomnost zvláštní příčiny kolísání. Díky nim se posuzuje stabilita procesu. „Typické regulační meze jsou ve vzdálenosti  $\pm 3\sigma$ “. Tyto meze jsou znázorněny na obr. č. 10 [7]



Obr. 10) Znázornění  $\pm 3$  sigma [18]

##### CL

- přímka, „která představuje průměrnou hodnotu zakreslených hodnot“. [1]

#### 4.3.2 Regulační diagramy při kontrole měření

„Regulační diagramy při kontrole měření představují typickou aplikaci statistické regulace procesů, kde procesy a jejich výstupy lze charakterizovat hodnotami měření kvantitativního znaku.“ Ačkoli je sběr kvantitativních dat nákladnější než u kvalitativních, umožňuje tento sběr získání více informací o sledovaném znaku. Tento RD se také využívá pro zjištění kolísání procesu. [1] „Diagramy měření mohou popsat data z procesu jak z hlediska rozptýlení, tak z hlediska polohy. Proto jsou regulační diagramy měření téměř vždy připravovány a analyzovány ve dvojicích – jeden diagram pro polohu a druhý pro rozptýlení.“[19]

- a) RD pro průměr a rozpětí
- b) RD pro průměr a směrodatnou odchylku
- c) RD pro medián a rozpětí
- d) RD pro individuální hodnoty a klouzavé rozpětí

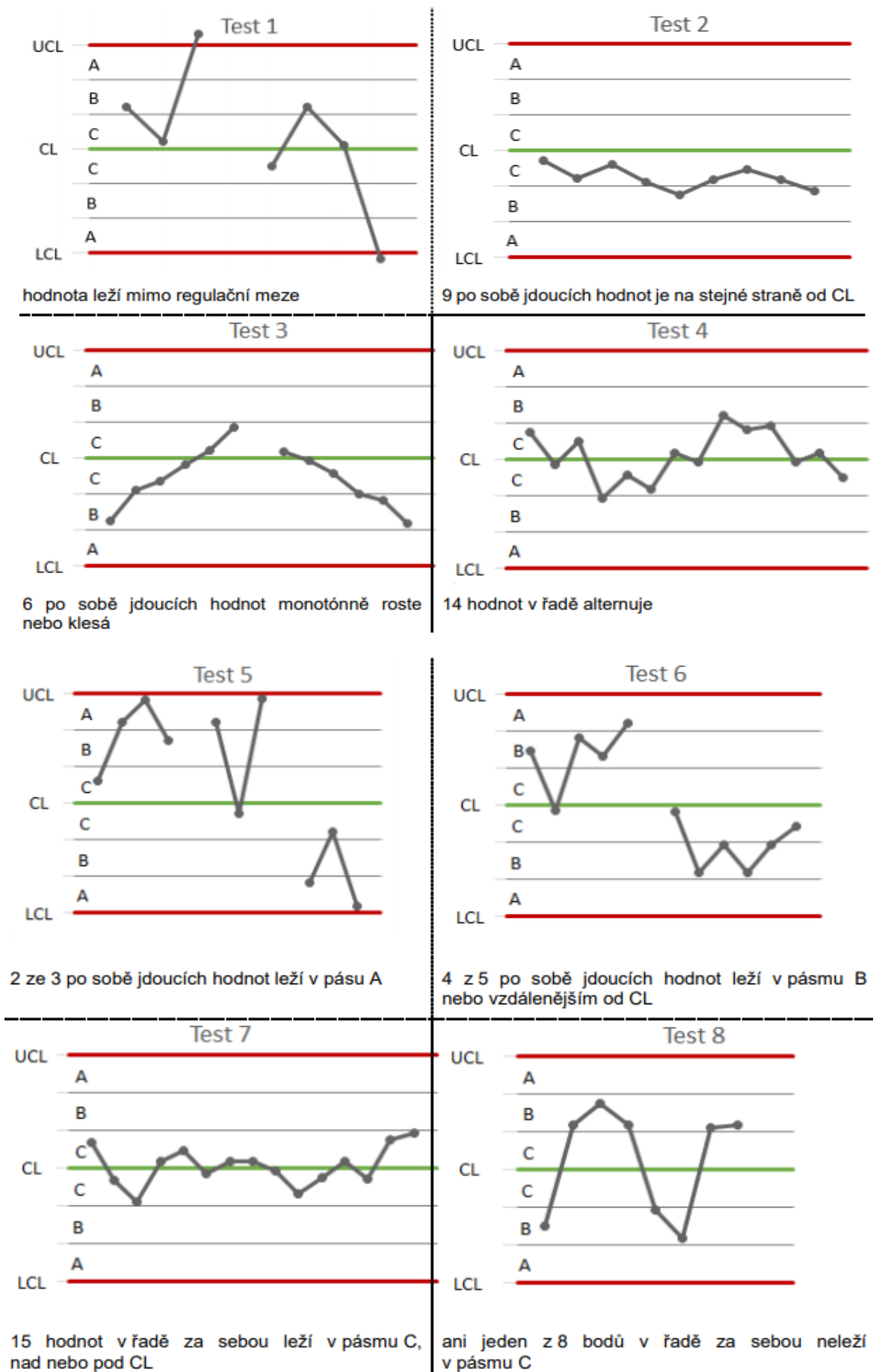
#### 4.3.3 Regulační diagramy při kontrole srovnáváním

„V technické praxi existují případy, kdy informaci o řízené veličině nelze získat měřením, ale pouze srovnáváním s nějakým etalonem. Výsledek potom vypovídá o shodě a neshodě.“ [2] Při kontrole srovnáváním je důležité, aby se přesně vymezilo, co je v pořádku a co nikoli. Na rozdíl od kontroly měření zde není potřeba tolik zručnosti a dovedností. Ve většině případů se jedná pouze o vizuální kontrolu, nebo kontrolu kalibrem, zde je pak výsledek pouze ANO/NE. [1]

- a) RD pro neshodné jednotky
- b) RD pro podíl neshodných jednotek
- c) RD pro počet neshod na jednotku
- d) RD pro počet neshod

#### 4.4 Statisticky nezvládnutý stav

Statisticky nezvládnutý stav nastane, pokud se sledovaná charakteristika chová málo pravděpodobně, což odhalí tzv. testy vymežitelných příčin, které jsou uvedeny v normě ČSN ISO 7870-2. [1]



Obr. 11) Testy vymežitelných příčin [7]

## 4.5 Analýza způsobilosti procesů

„K hodnocení způsobilosti procesů se používají indexy způsobilosti, které porovnávají maximálně přípustnou variabilitu hodnot sledovaného znaku jakosti s jeho skutečnou variabilitou dosahovanou u statisticky zvládnutého procesu.“ „Pro analýzu způsobilosti procesu na základě měřitelných znaků jakosti lze doporučit tento postup:“

### 4.5.1 Volba znaku jakosti

Způsobilost procesu je třeba hodnotit k určitému znaku jakosti, který je definován především zákazníkem. Je potřeba určit kritéria znaku jakosti, podle kterých se posuzuje shoda. Pokud existuje více znaků jakosti, je potřeba je posuzovat samostatně.

### 4.5.2 Analýza systému měření – MSA

MSA představuje sadu postupů, které slouží pro vyhodnocování nastavených systémů měření. Do systému měření nám vstupují přístroje, etalony, metody, lidský činitel a další. Proto je důležité zvolit ten správný systém měření, protože další zdroj variability by mohl údaje o způsobilosti zkreslit. Zjištění způsobilosti procesů je založeno na naměřených datech. Ty nám dokáží říct, zda je potřeba proces seřadit či nikoli. Čím vyšší kvalita dat, tím větší přínos [10]

### 4.5.3 Shromáždění údajů

Aby byla způsobilost zjištěna správně, je potřeba aby data byla získávána po značně dlouhou dobu, aby se objevily všechny možné zdroje variability. V této době by nemělo dojít k žádným omezením čili by proces měl fungovat jako obvykle se střídáním obsluhy, údržbou zařízení, změnou vlastností materiálu apod. Během tohoto období by měly být v pravidelných intervalech ve stejném počtu odebírány vzorky a zjišťovány požadované znaky jakosti.

### 4.5.4 Průzkumová analýza shromážděných údajů

„Shromážděné údaje by měly být podrobeny průzkumové analýze, která by měla být zaměřena zejména na identifikaci odlehklých hodnot, posouzení charakteru rozdělení sledovaného znaku a analýzu nezávislosti dat.“ „V případě, že se v souboru shromážděných údajů vyskytují odlehklé hodnoty, je třeba detailně analyzovat, zda nejsou způsobeny hrubou chybou měření.“

### 4.5.5 Ověření normality sledovaného znaku

Ke zjištění způsobilosti procesu se ve většině případů používají takové indexy způsobilosti, které jsou založeny na předpokladu normálního rozdělení. Je proto nutno normalitu ověřit ještě předtím, než se příslušné vzorce použijí. Pokud data nepocházejí z normálního rozdělení, je potřeba udělat jiný matematický model, lépe řečeno, data transformovat.

### 4.5.6 Posouzení statistické zvládnutelnosti procesu

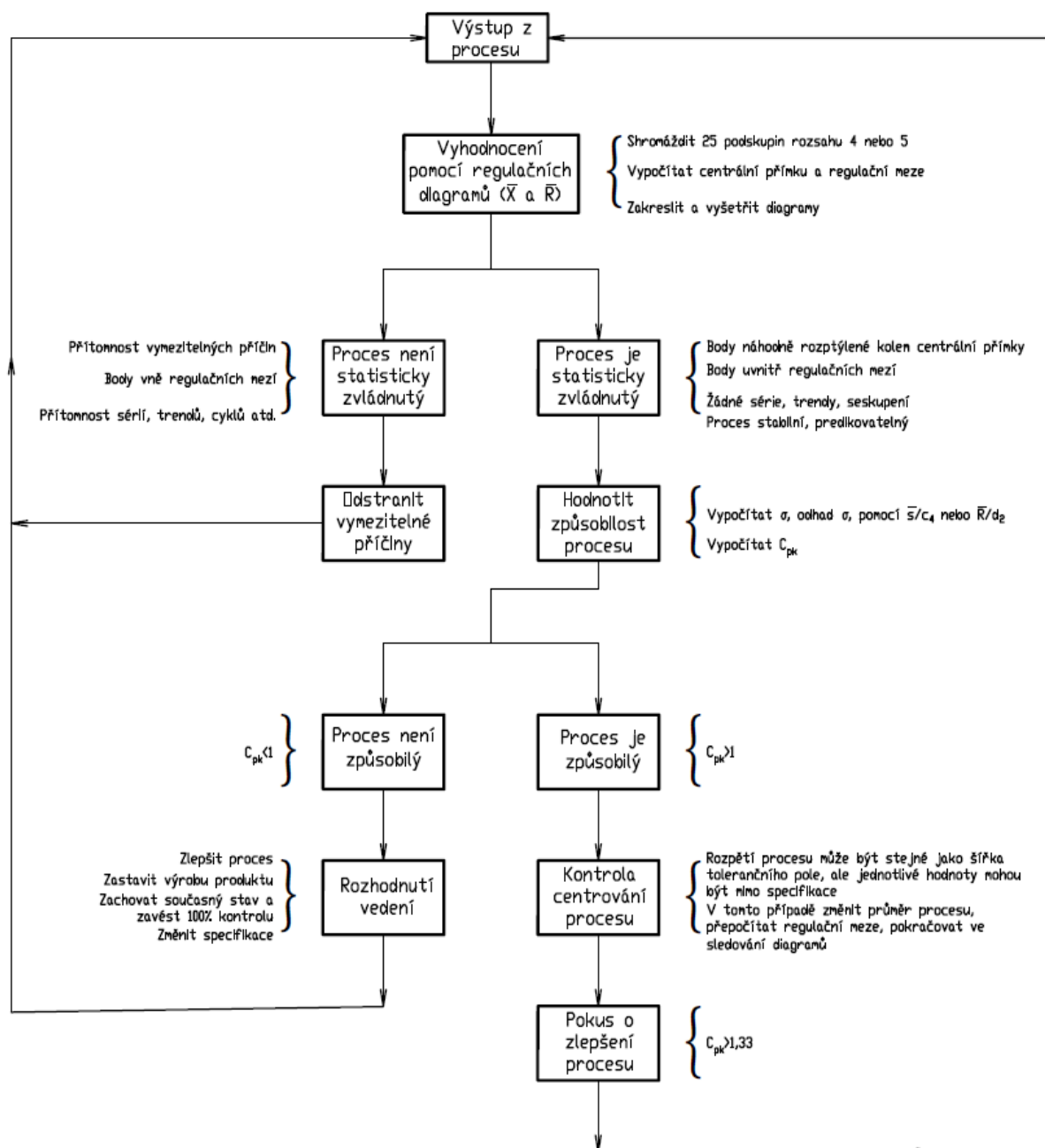
Způsobilost procesu lze hodnotit pouze pokud je proces statisticky zvládnutý (stabilní). K tomu „se používají regulační diagramy, které umožňují odlišit změny znaku jakosti vyvolané vymezitelnými příčinami od změn vyvolaných náhodnými příčinami.“

### 4.5.7 Výpočet indexu způsobilosti a jejich porovnání s požadovanými hodnotami

Pokud je zjištěno, že data pocházejí ze souboru s normálním rozdělením a proces je statisticky zvládnutý, může se přejít na výpočet indexů způsobilosti. Nejčastěji se používají indexy způsobilosti  $C_p$  a  $C_{pk}$  viz dále. [4]

## 4.6 Regulace, způsobilost a zlepšování procesu

Regulace má za úkol rozlišit signály, které vedou k rozpoznání náhodné příčiny kolísání od vymezitelných příčin. Z toho plyne, že zůstanou právě náhodné příčiny kolísání. Pokud existuje úsilí neustále systematicky odstraňovat vymezitelné příčiny zvýšeného kolísání, je pravděpodobné, že dojde k vytvoření statisticky zvládnutého stavu, u kterého je možnost předvídat jeho výstup a posuzovat předepsané meze. Pokud jsou odstraněny všechny vymezitelné příčiny může být dosaženo způsobilosti procesu, která je závislá na působení náhodných vlivů. Způsobilost procesu lze zjistit pouze za podmínky, kdy je proces statisticky zvládnutý. „Způsobilost procesu se obvykle měří prostřednictvím ukazatelů způsobilosti  $C_p$  a  $C_{pk}$ .“ Na obr. č. 12 je znázorněn postup hlavních kroků, které vedou ke statisticky zvládnutému procesu, jeho způsobilosti a zlepšení. [19]



Obr. 12) Strategie zlepšování procesu [19]



#### 4.6.1 Indexy způsobilosti

„Indexy způsobilosti procesu jsou nástrojem k ohodnocení, do jaké míry jsou dodržovány předepsané regulační meze a definovaná úroveň znaku kvality. Index způsobilosti je bezrozměrné číslo. Existuje více druhů indexů způsobilosti, které nemohou být vzájemně srovnávány.“ [7] Aby mohly indexy vyjadřovat správnou míru dosahované kvality a tím zjistit způsobilost procesu, je zapotřebí, aby shromážděna data pocházela ze statisticky zvládnutého procesu. [12]

##### ➤ Index způsobilosti $C_p$

Tento ukazatel způsobilost „porovnává způsobilost procesu s maximálním možným kolísáním procesu daným tolerančním polem. Tento ukazatel vyjadřuje míru toho, jak dobře proces splňuje požadavek na variabilitu.“

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (2)$$

LSL – dolní toleranční mez

USL – horní toleranční mez

$\sigma$  – směrodatná odchylka, která se může zjišťovat např. pomocí vzorce  $\left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right)$

$\bar{R}$  – průměrné variační rozpětí v podskupinách

$d_2$  – koeficient závislý na rozsahu podskupiny [1]

##### ➤ Index způsobilosti $C_{pk}$

„Index  $C_{pk}$  na rozdíl od indexu  $C_p$  zohledňuje nejen variability sledovaného znaku jakosti, ale i jeho polohu vůči tolerančním mezím.“

$$C_{pk} = \min\{C_{pL}; C_{pU}\} = \min\left\{\frac{\mu - LSL}{3\sigma}; \frac{USL - \mu}{3\sigma}\right\} \quad (3)$$

$\mu$  – střední hodnota sledovaného znaku jakosti [4]

„V současnosti je obvykle proces považován za způsobilý, jestliže hodnota indexů způsobilosti dosahuje minimálně hodnoty 1,33.“ [7]

##### ➤ Ukazatele způsobilosti procesu při sledování výskytu neshodných jednotek

„Nejčastěji používanou mírou způsobilosti (resp. nezpůsobilosti) procesů v případě sledování výskytu neshodných jednotek je průměrný podíl neshodných výrobků.“ Aby byl proces považován za způsobilý, je potřeba průměrný podíl neshodných jednotek porovnat se stanovenou mezí stanovenou zákazníkem. „Pro stanovení horní meze jednostranného konfidenčního intervalu podílu neshodných jednotek lze pro případ, že rozsah výběru  $n > 30$  použít vztah:“

$$p_{U,t} = p_* + \frac{(1 - 2p_*)d}{n + 1} + u_{1-\alpha} \sqrt{\frac{p_*(1 - p_*) \cdot \left(1 - \frac{d}{n + 1}\right)}{n + 1}} \quad (4)$$

příčemž: 
$$p_* = \frac{x+1}{n+1} \quad (5)$$

$P_{U,t}$	Horní mez jednostranného konfidenčního intervalu odhadu podílu neshodných jednotek
$x$	Počet zjištěných neshodných jednotek ve výběru
$n$	Rozsah výběru
$U_{\alpha-1}$	Kvantil normovaného normálního rozdělení
$\alpha$	Hladina významnosti
$d$	Parametr, závislý na zvolené hladině významnosti (pro $\alpha=0,05$ je $d=0,677$ )
$p_0$	Stanovená mez [12]

## 5 EKONOMICKÉ ÚVAHY SPOJENÉ S MANAGEMENTEM KVALITY

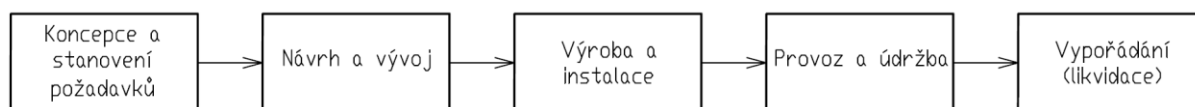
V této kapitole bylo čerpáno z [13].

### 5.1 Ekonomické úvahy, analýza přínosů a nákladů

Pokud je v organizaci zvažována, plánována a realizována jakákoli aktivita, často následuje otázka „Co to bude stát a co nám to přinese?“ Je důležité, aby manažeři chránili organizaci před nepromyšlenými investicemi, a aby měli dostatek informací o dopadech těchto aktivit na zainteresované strany.

### 5.2 Podstata ekonomiky kvality

„Dodavatelé se logicky snaží v ceně pokrýt nejen své celkové náklady, ale i vytvořit zisk. Cena produktu se však pro uživatele stává první (a v mnoha případech vůbec ne poslední) finanční obětí, kterou musí přinést, pokud chce, aby mu zakoupený produkt sloužil.“ Důležitý pojem, který je zde potřeba uvést, je životní cyklus výrobku. Ten se obvykle skládá z pěti na sobě navazujících etap:

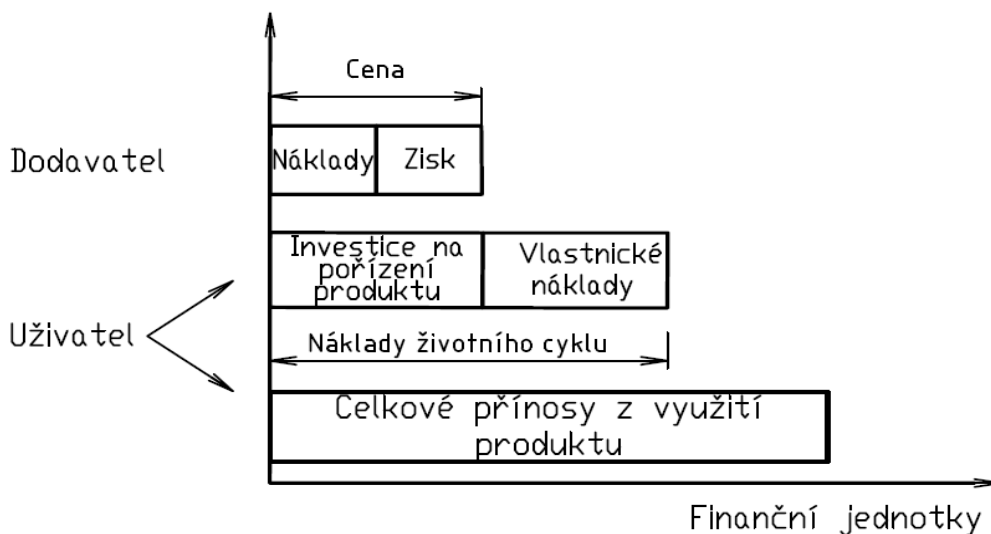


Obr. 13) Životní cyklus výrobku [13]

Jak je možné pochopit z obr. č. 14, náklady na životní cyklus výrobku v sobě zahrnují:

- investici na pořízení (náklady na instalaci, oživení a další výdaje jednorázového charakteru)
- vlastnické náklady (náklady na provoz, údržbu, poruchové prostoje, likvidace)

„Je nicméně přirozené, že každý z nás v roli kupujícího hledáme co největší hodnotu, tedy to, aby celkové přínosy z využití produktu převýšily celkové náklady.“



Obr. 14) Podstata ekonomiky kvality [13]

„Účinný management kvality přispívá ke snižování podobných ekonomických ztrát a tato redukce může být významným přírůstkem zisku!“ Je třeba brát na vědomí, že v dnešní době jsou zákazníci ochotni si za špičkovou kvalitu připlatit. Ti sami si podají pádné argumenty, že se vyplatí do této kvality investovat.

### **5.3 Analýzy efektivnosti zlepšování kvality**

„Efektivnost zlepšování kvality u odběratelů, resp. konečných uživatelů může být vyjadřována jako úspora nákladů životního cyklu nebo pomocí koeficientu uživatelské efektivnosti, jenž je jednoduchým poměrem celkového efektu z využívání kvalitnějších produktů a celkových nákladů s tím spojených.“

Je přirozené, že se management ptá, jaký bude osud investovaných zdrojů do zlepšování, inovací a změn, a jestli tyto investice nebudou promrhané. Proto je důležité rozeznat, zdali se jedná výhradně o zlepšování kvality výrobků a poskytovaných služeb, nebo o zlepšování procesů a činností organizace.

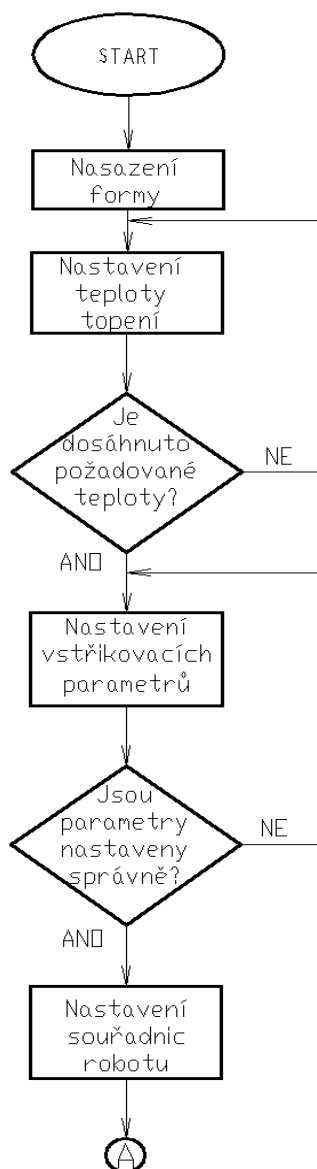
„V prvním případě může být efektivnost podobných snah vyjádřena jako změna zisku, vyplývající ze změny úrovně kvality.“ Pokud se bude jednat o zlepšování procesu, je potřeba zohlednit analýzu nákladů a přínosů.

## 6 PRAKTICKÁ ČÁST DIPLOMOVÉ PRÁCE

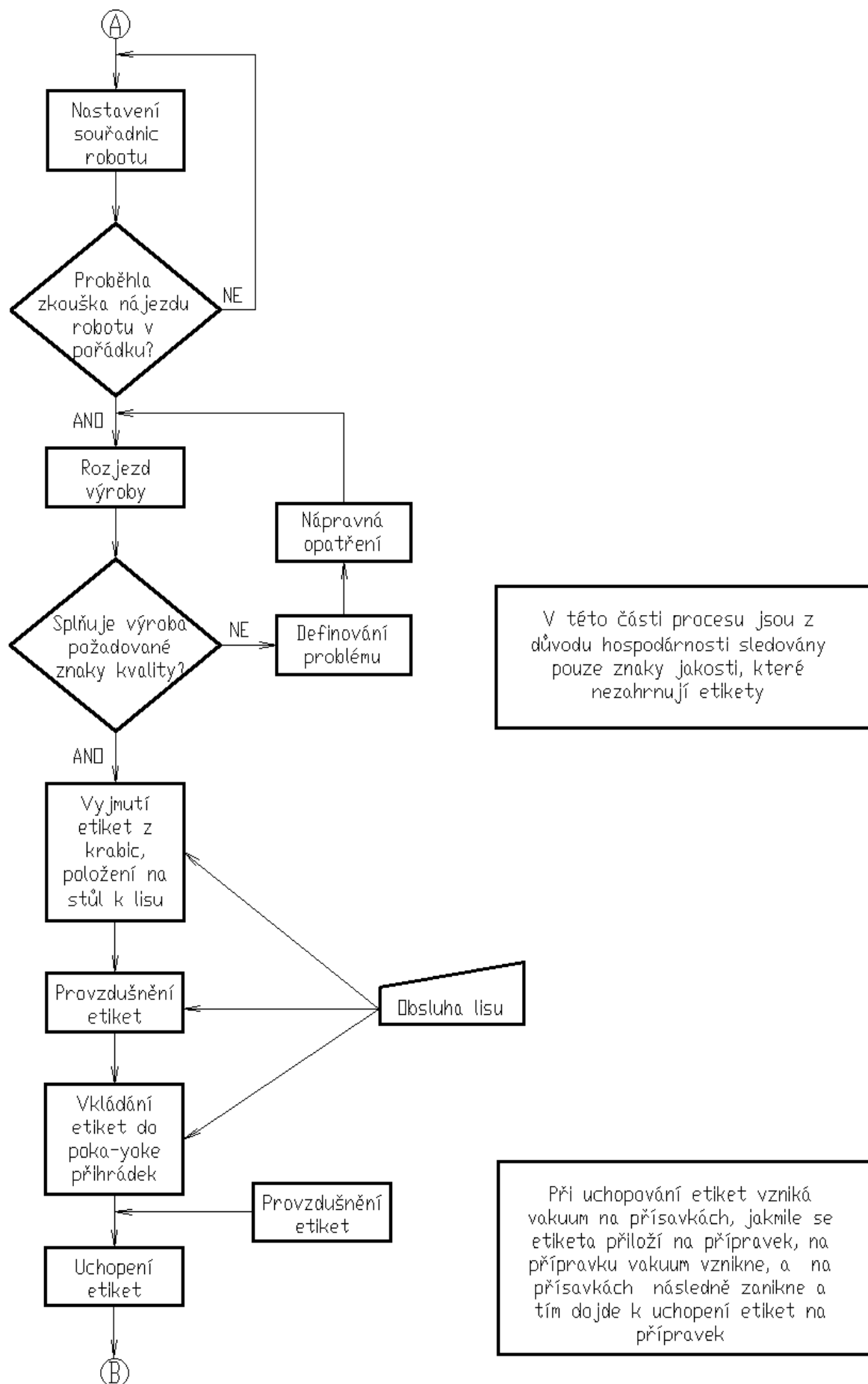
### 6.1 Proces

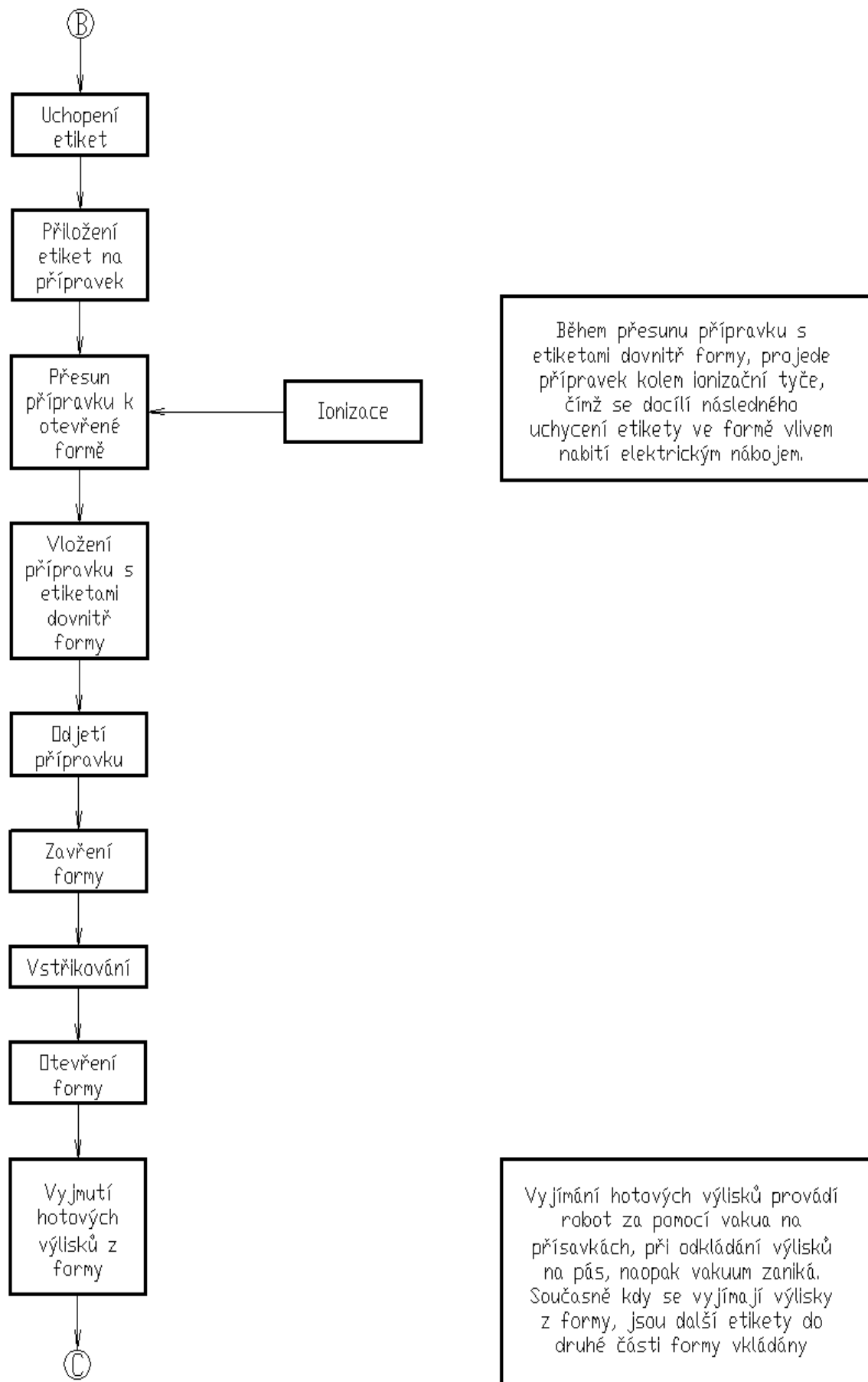
Samotný proces výroby plastového výlisku se skládá z dílčích procesů, na kterých se podílí seřizovač a obsluha lisu. V této kapitole bude popsán proces, jehož grafické znázornění je vidět v kapitole 6.2. Na začátku procesu stojí příprava, která zahrnuje nasazení formy, natopení na požadovanou teplotu a nastavení vstřikovacích parametrů. V počítači u stroje je nahrán program, kde jsou tyto parametry přednastaveny, a to včetně souřadnic pro podávací robot. Pokud je vše splněno správně, nastává rozjezd výroby. U rozjezdu se požaduje splnění jen 4 znaků kvality, které nezahrnují etikety, viz kap. 6.3.1. Jedná se především o stabilizaci vstřikování, kde by použití etiket bylo zbytečné a nevhodné. Jakmile je vstřikování stabilizováno, nastává příprava etiket do poka-yoke přihrádek. Od této chvíle jsou u procesu sledovány všechny znaky jakosti. Následuje uvolnění výroby. Ta hlavní kostra procesu, na kterém stojí problematika této práce, začíná nasátím etiket podávacím robotem, pokračuje podáním etiket do formy, pak samotným vstřikováním a končí kontrolou znaků jakosti.

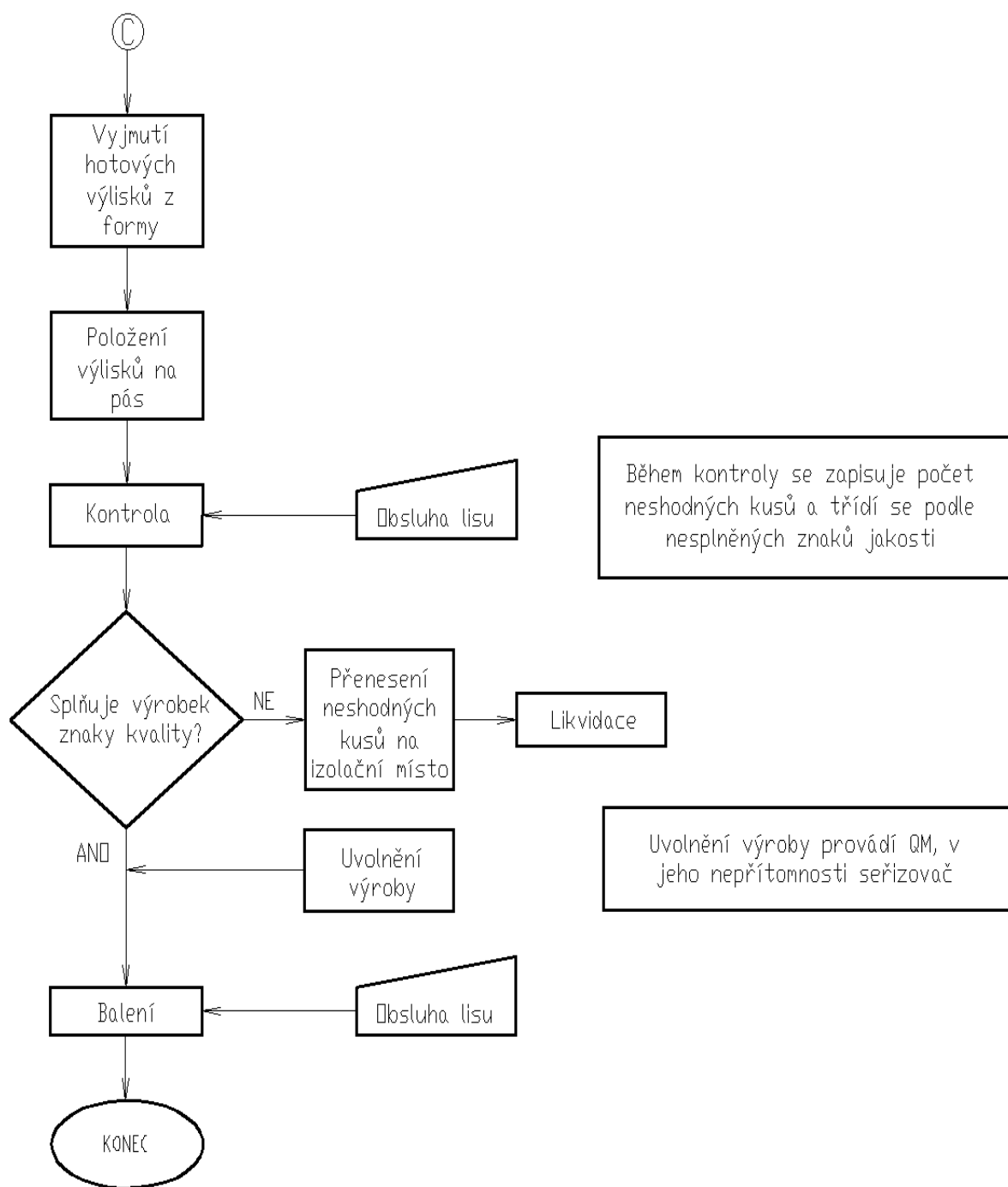
### 6.2 Postupový diagram procesu



U lisu je k dispozici pracovní složka a v ní formulář, kde jsou vyplněny vstřikovací parametry a teploty, které by měl seřizovač při rozjezdu výroby použít. Dále je v počítači nahrán program na robot, který se musí pomalu vyzkoušet, aby nedošlo ke kolizi



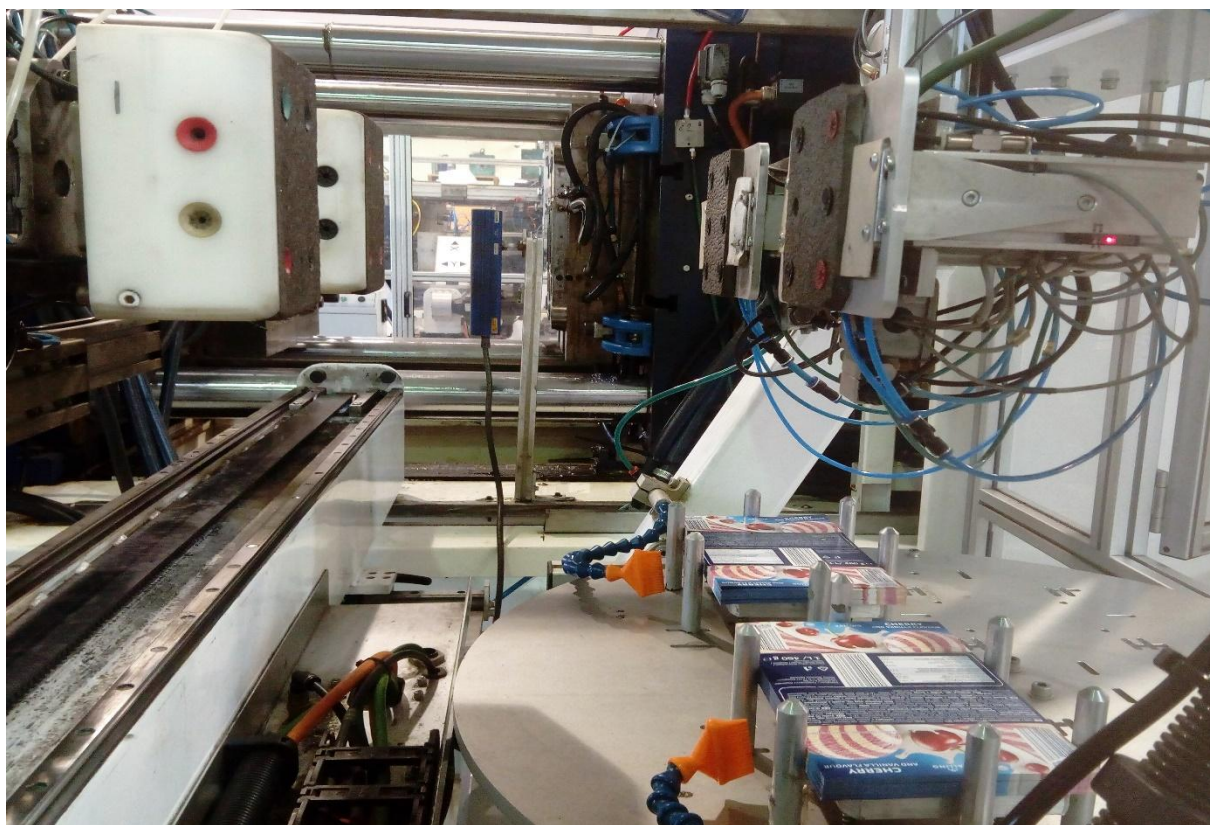




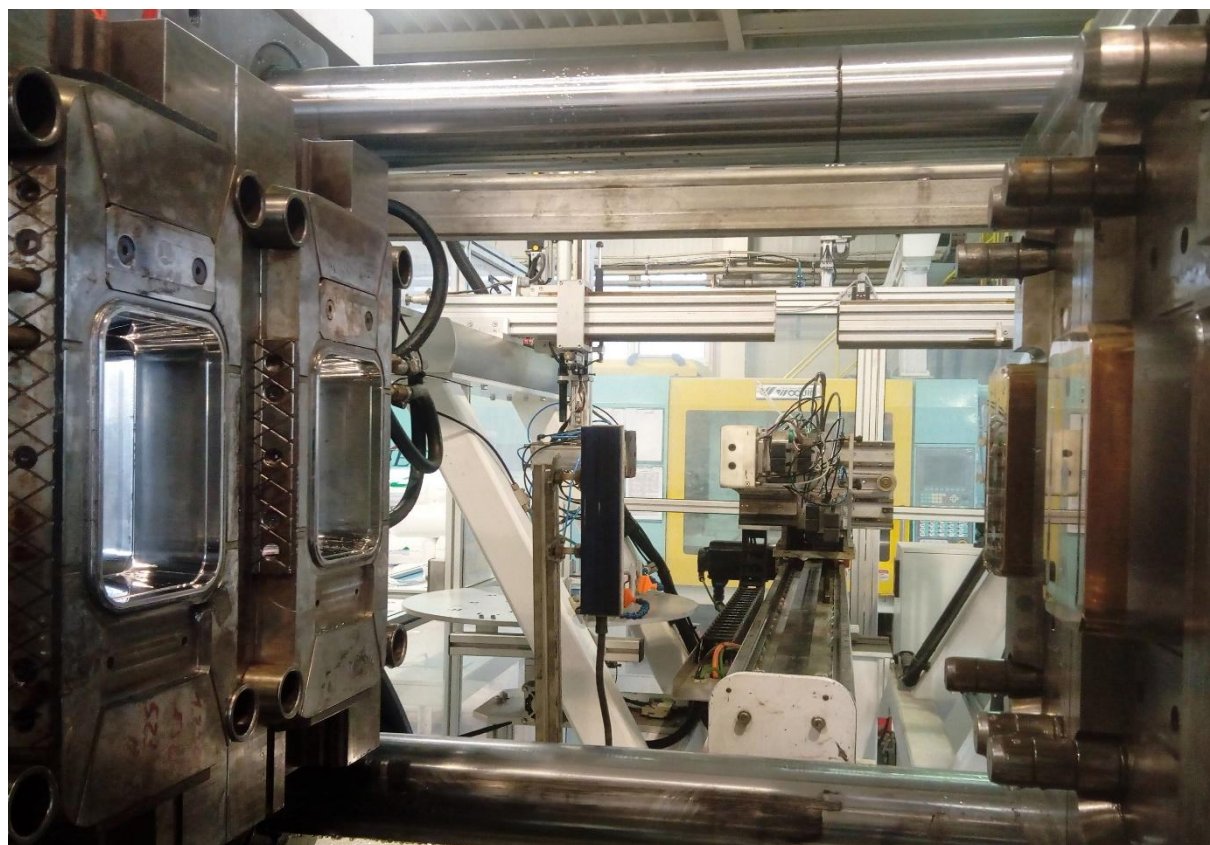
Obr. 15) Postupový diagram procesu



## 6.2.1 Fotografie výrobní linky



Obr. 16) Uchopení etiket a vložení na přípravek



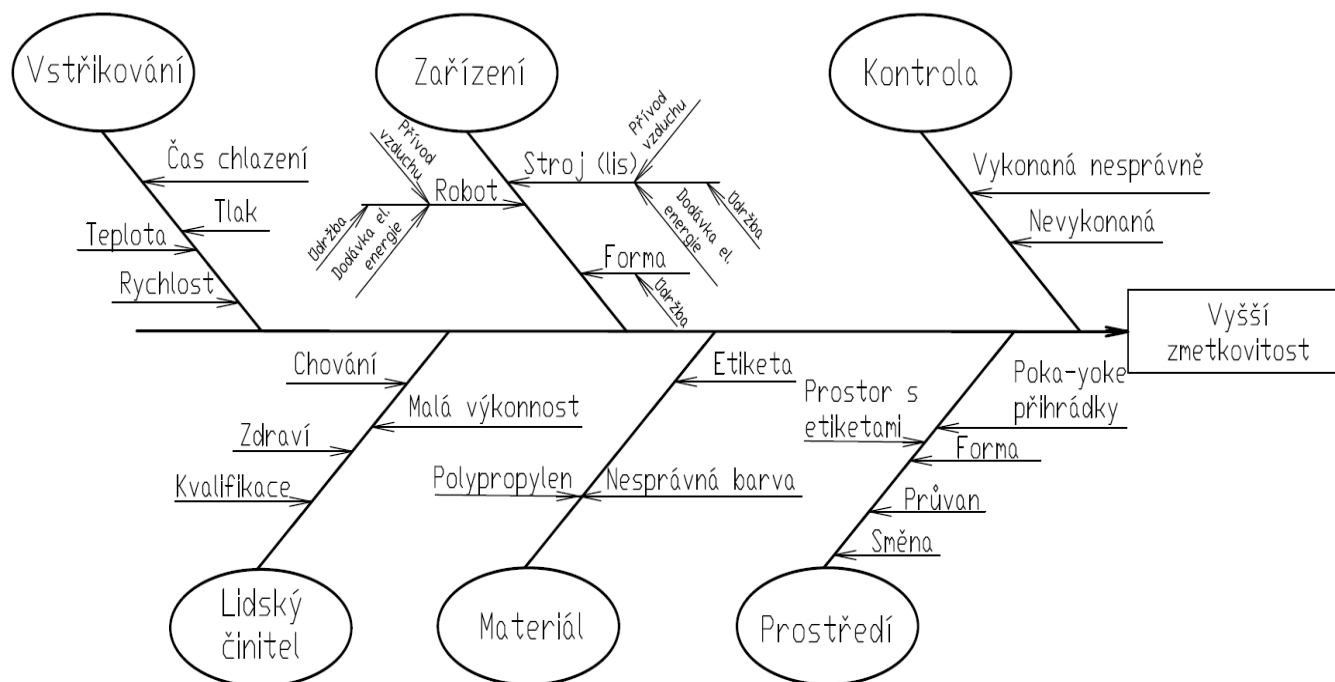
Obr. 17) Vložení přípravku s etiketami dovnitř formy





Obr. 18) Položení výlisků na pás

## 6.2.2 Išikawův diagram



Obr. 19) Išikawův diagram

### 6.3 Sběr dat a vyhodnocení současné situace

Sběr dat probíhal od 3. dubna 2018 do 9. května 2018. Během této doby se jednalo o 86 směn, 4 druhy etiket a celkem o 408 550 ks. Do procesu byli zapojeni 4 seřizovači a 12 obsluh lisu. Sběr dat probíhal průběžně celou směnu, do výrobního příkazu se na konci směny zapsal celkový počet neshod a shodných kusů. Jedná se o výrobu, u které je stanoven cíl, aby se max. neshodná výroba pohybovala do 1 %. Ze sběru dat, který je uveden v příloze č. 2, jasně vyplývá, že současná zmetkovitost se pohybuje kolem 3,7 %.

#### 6.3.1 Definování znaku jakosti

U tohoto plastového výlisku existuje 6 znaků jakosti. Veškeré nedodržení těchto znaků se považuje za neshodu a kusy jsou spočítány, vytrženy a zaznamenány. Pokud se zjistí zvýšená neshodná výroba během lisování, je obsluha lisu povinná oznámit tuto skutečnost seřizovači, popř. technologovi a vedoucímu kvality.

1. Miska musí být správně nalisovaná. Při špatných parametrech vstřikování, může dojít k nedolití okrajů



Obr. 20) Znak jakosti č. 1



2. Miska nesmí mít křivě nalisovanou etiketu.



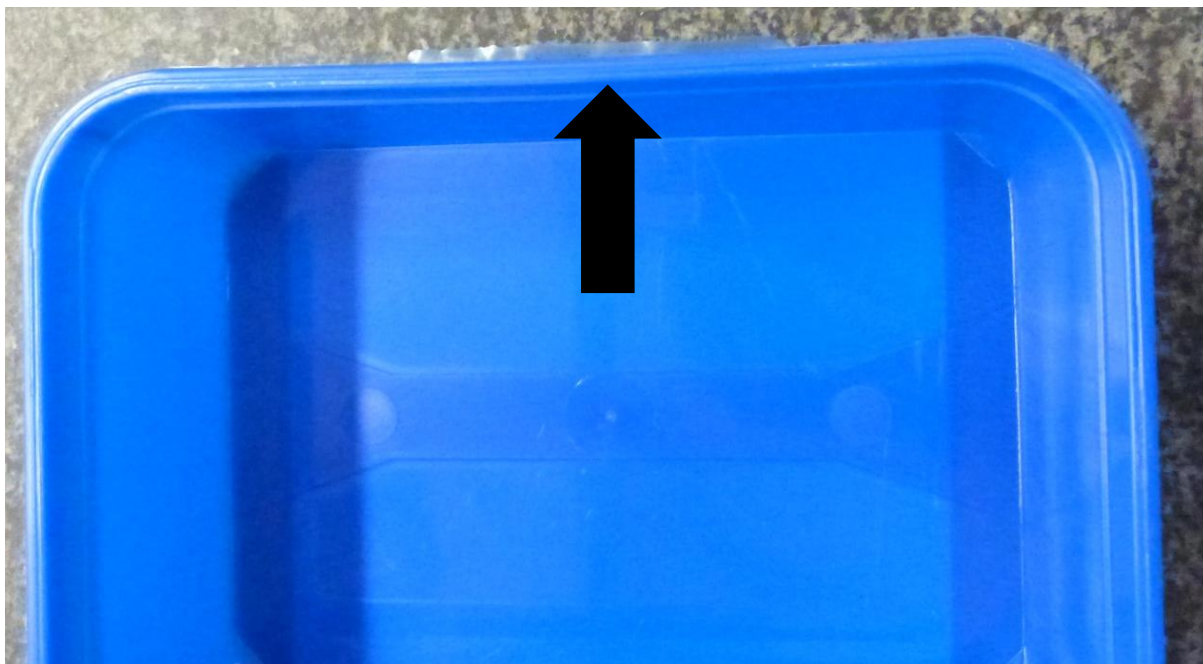
Obr. 21) Znak jakosti č. 2

3. Miska musí mít nalisovanou etiketu.



Obr. 22) Znak jakosti č. 3

4. Na okrajích misky nesmí být viditelné přestřiky.



Obr. 23) Znak jakosti č. 4

5. Miska nesmí být deformována. Tento jev nastane, pokud se ve formě zasekne výlisek nebo je forma špatně uzavřena. Z nasbíraných dat vidíme, že tento jev ve větší míře nastal pouze na jedné směně, takže tam působil náhodný vliv. Z toho důvodu bude porušení znaku č. 5 zapisován do skupiny č.6 - „jiné“.

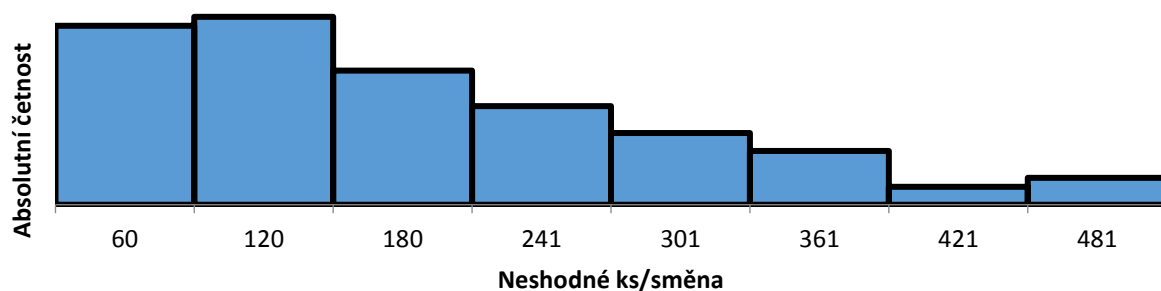
6. Miska nesmí být jinak poškozena nebo znečištěna. Vzhledem k tomu, že výlisek je určen pro potravinářský průmysl, nesmí být na něm žádné nečistoty, viditelné prskance, nesmí přijít do styku s podlahou apod. Během procesu může dojít ke změně odstínu barvy, na obr. č 24 jde jasně vidět, jak prosvítá etiketa. Vzhledem k tomu, že je to ojedinělý jev, který vzniká především u rozjezdu výroby, nemá změna barvy svoji vlastní kategorii k zapisování.



Obr. 24) Znak jakosti č. 6

### 6.3.2 Histogram

Pomocí vzorce  $k=1+3,3\log(n)$  [6] a programu Excel se vytvořil histogram s osmi třídami. Třídy představují celkový počet neshodných kusů vyrobených za směnu a sloupce představují absolutní četnost. Z histogramu byla odstraněna hodnota 58, která je od dalších hodnot velmi vzdálená, viz příloha č.2. Jak můžeme vidět, histogram má asymetrický tvar. To je způsobeno tím, že data mají binomické rozdělení s malou pravděpodobností výskytu.



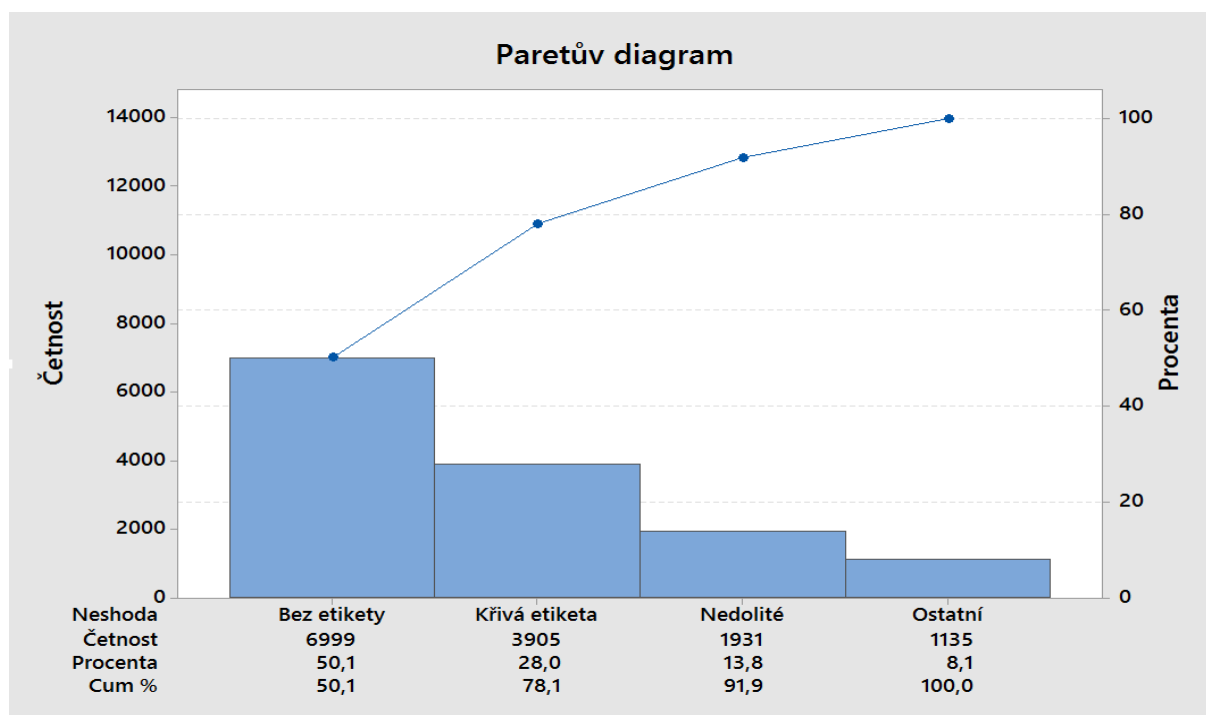
Obr. 25) Histogram četností neshodných kusů

### 6.3.3 Paretova analýza

Z dat uvedených v tabulce č. 2 byl vytvořen graf Paretovy analýzy. Z grafu jasně vyplývá, že při použití pravidla 80 % je potřeba se zabývat zmetkovitostí vzniklé nepřítomnými nebo křivými etiketami.

Neshoda	Četnost	%	kumul. %
Bez etikety	6999	50,10	50,10
Křivá etiketa	3905	27,95	78,05
Nedolitě	1931	13,82	91,88
Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	543	3,89	95,76
Otřep, přestřík	392	2,81	98,57
Rozjezd	180	1,29	99,86
Deformace výlisku	20	0,14	100,00

Tab 2) Data pro Paretovu analýzu

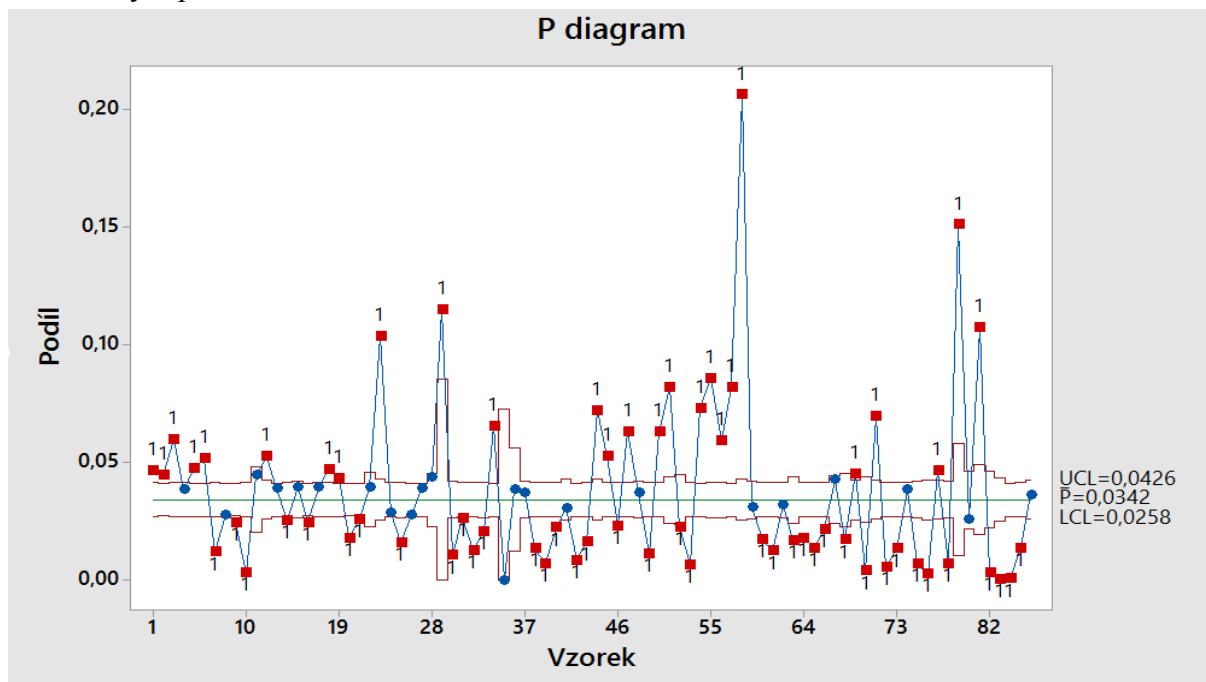


Obr. 26) Paretův diagram

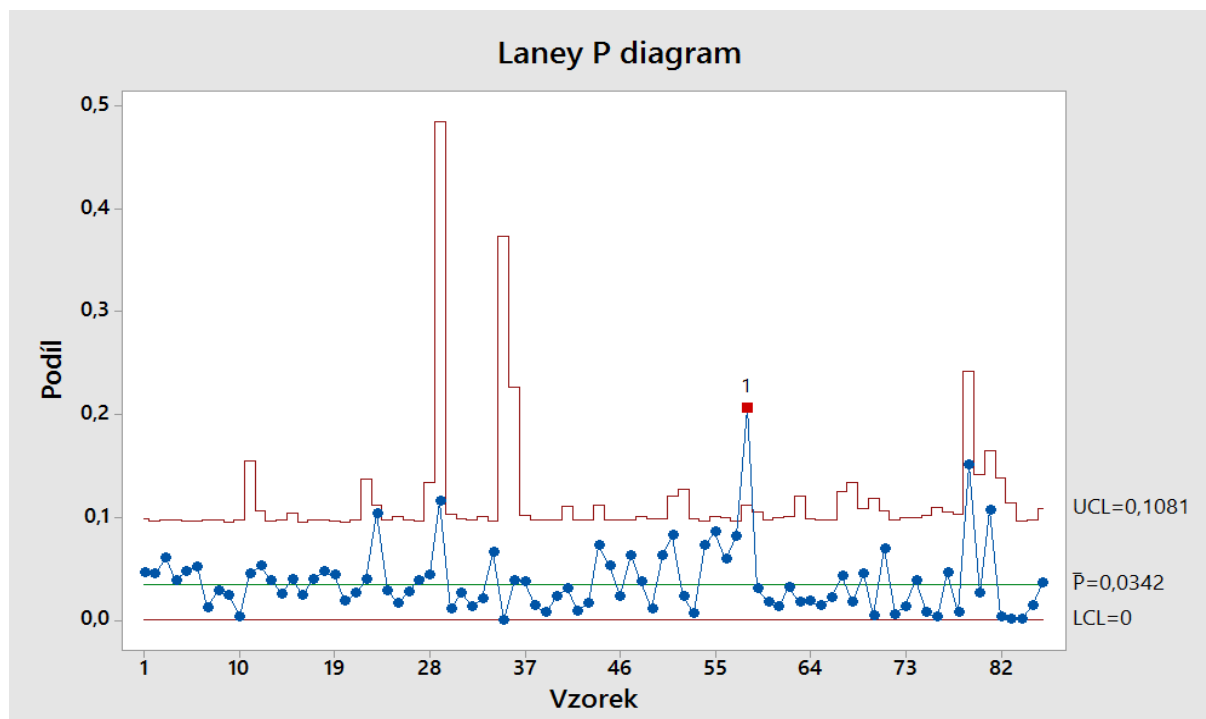


### 6.3.4 Regulační diagram pro podíl neshodných jednotek Laney P

Na rozdíl od P diagramu je Laney P diagram schopen zachytit i kolísání variability způsobeno dlouhodobými vlivy, tedy nevychází čistě z binomického rozdělení, které předpokládá konstantní výskyt neshodných kusů, ale pružně reaguje na změnu neshodné výroby procesu v čase. Nadměrné vychýlení způsobuje zvýšený počet bodů mimo regulační mez, viz obr. č. 27. Diagram Laney P sleduje podíl vadných položek vytvořených během procesu a přizpůsobuje se vzniklým podmínkám. [16]



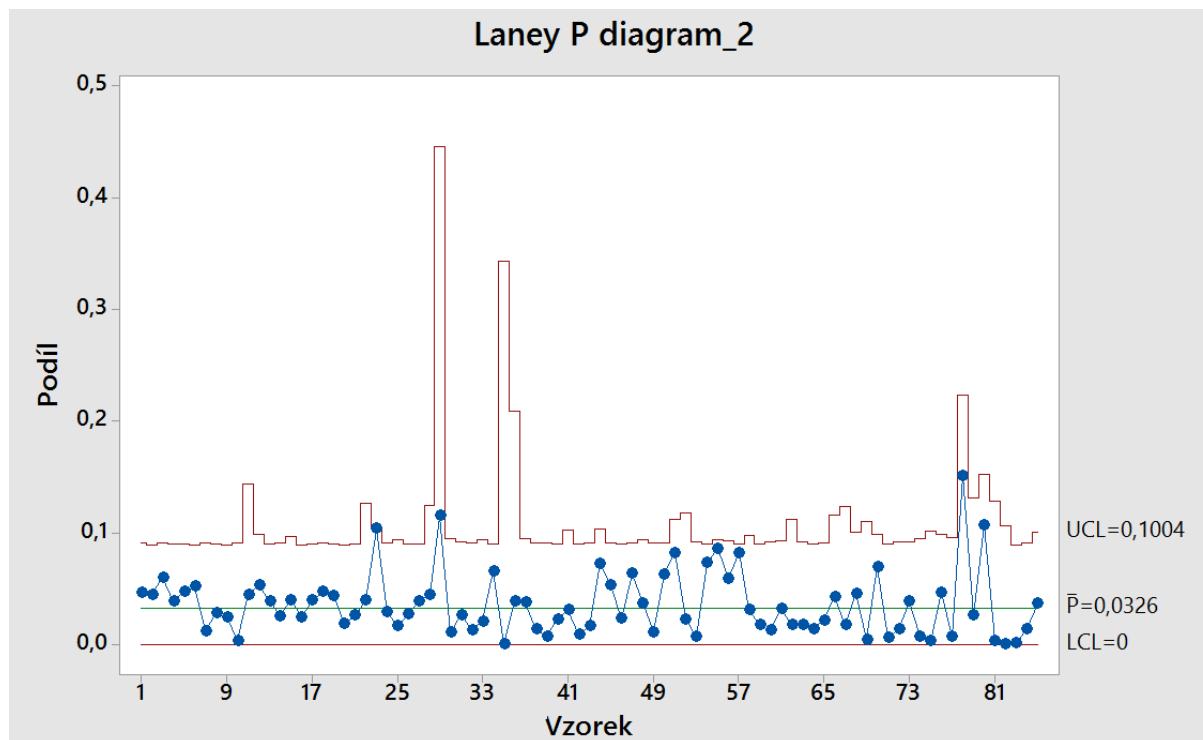
Obr. 27) P – diagram



Obr. 28) Laney P diagram



Pomocí grafu na obr. č. 28 jsme zjistili, že máme statisticky nezvládnutý stav. Bylo zjišťováno, co se stalo v bodě č.58. Příčinou toho, že se bod 58 nacházel mimo regulační mez bylo, že nastala porucha vstřikovací jehly, proces byl přerušen a forma šla na opravu. Proto, může být tento bod odstraněn. Diagram jsme zopakovali a zjistili, že mimo regulační meze nám neleží ani jeden bod, a proto můžeme proces považovat za statisticky zvládnutý.



Obr. 29) Laney P diagram\_1

### 6.3.5 Ukazatel způsobilosti procesu [13]

Podle rovnice (4) získáme horní mez jednostranného konfidenčního intervalu podílu neshodných jednotek, kterou porovnáme se stanovenou mezí, která činí 10 000 PPM.

$$p_{U,t} = p_* + \frac{(1 - 2p_*)d}{n + 1} + u_{1-\alpha} \sqrt{\frac{p_*(1 - p_*) \cdot \left(1 - \frac{d}{n + 1}\right)}{n + 1}} \quad (4)$$

Do výpočtových vztahů se dosadí tyto hodnoty:

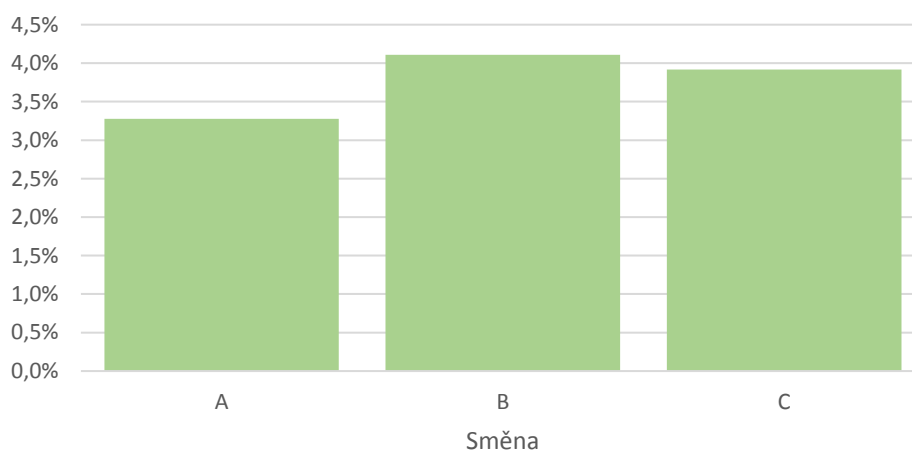
$$x = 13\,970; n = 408\,550; \alpha = 0,05; d = 0,677; p_* = 0,034; U_{\alpha-1} = 1,645$$

$$p_{U,t} = 0,0347$$

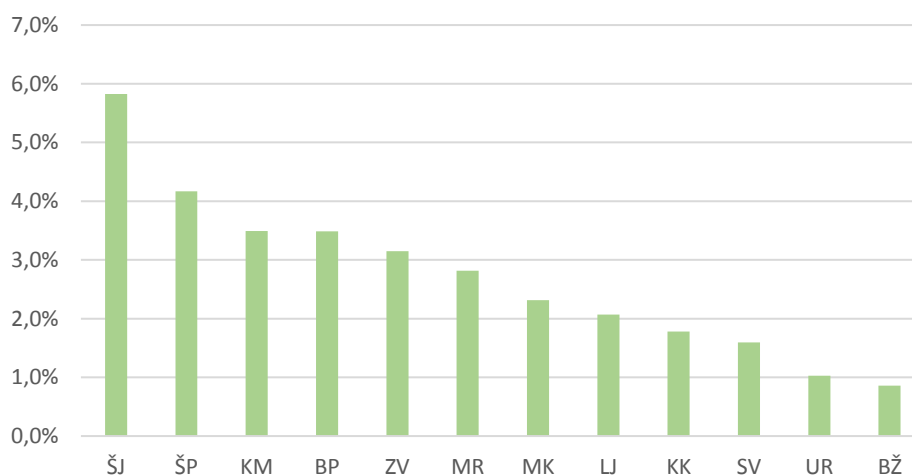
Vzhledem k tomu, že  $p_{U,t} > p_0$  ( $0,0347 > 0,01$ ), můžeme s 95 % pravděpodobností konstatovat, že skutečný podíl neshodných jednotek je větší než stanovená mez. Proces tedy nelze považovat za způsobilý.

## 6.4 Výsledky sběru dat

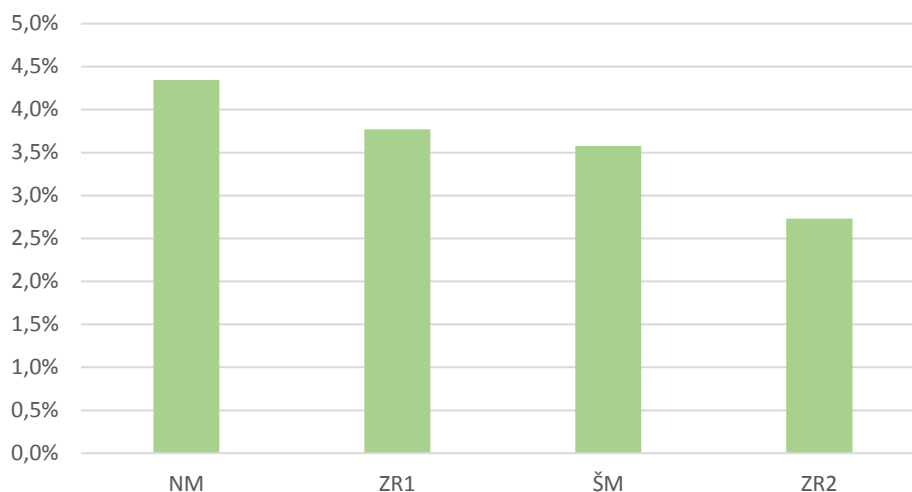
V programu Excel, se vyhodnotila neshodná výroba s ohledem na různé faktory, které ji ovlivňují. Byly graficky vyhodnoceny vlivy na zmetkovitost u jednotlivých směn, obsluh a seřizovačů. Z následujících grafů můžeme vidět, že nejmenší zmetkovitost vzniká na směně A, směna B a C jsou na tom procentuálně podobně. Vliv obsluhy na neshodnou výrobu a seřizovačů spolu vzájemně souvisí. Pokud obsluha zavčas neohlásí nedolévání kusů nebo jiné neshody způsobené změnou parametrů, nebo seřizovač naopak není schopen okamžitě přispěchat a upravit parametry, neshodné kusy se po nějakou dobu vyrábí bez zasažení do procesu. Obsluha má ve většině případů na starosti další 2 lisy nebo přiřazenou další práci, jako například třízení jiné výroby, proto není ihned schopna zareagovat na problém. Nejčastější problém vzniklý opožděnou reakcí je, když se na robot nesprávně přisaje etiketa, zůstane tam, a brání tak po nějakou dobu plynulému chodu výroby. V tomto případě se pak nalisuje několik misek bez etikety, a to má velký vliv na vyhodnocení dat, protože tuto chybu lze považovat za náhodnou příčinu, která nelze odstranit. Dalším nežádoucím vlivem je kreativita obsluhy při manipulaci s poka-yoke přihrádkami, kde jim není zabráněno v samovolném podkládání etiket tvrdým papírem. Následkem toho, mohou být právě rozdílné průměry neshodné výroby na obsluhu, jak vykresluje graf na obr. č. 31.



Obr. 30) Vliv jednotlivých směn na neshodnou výrobu



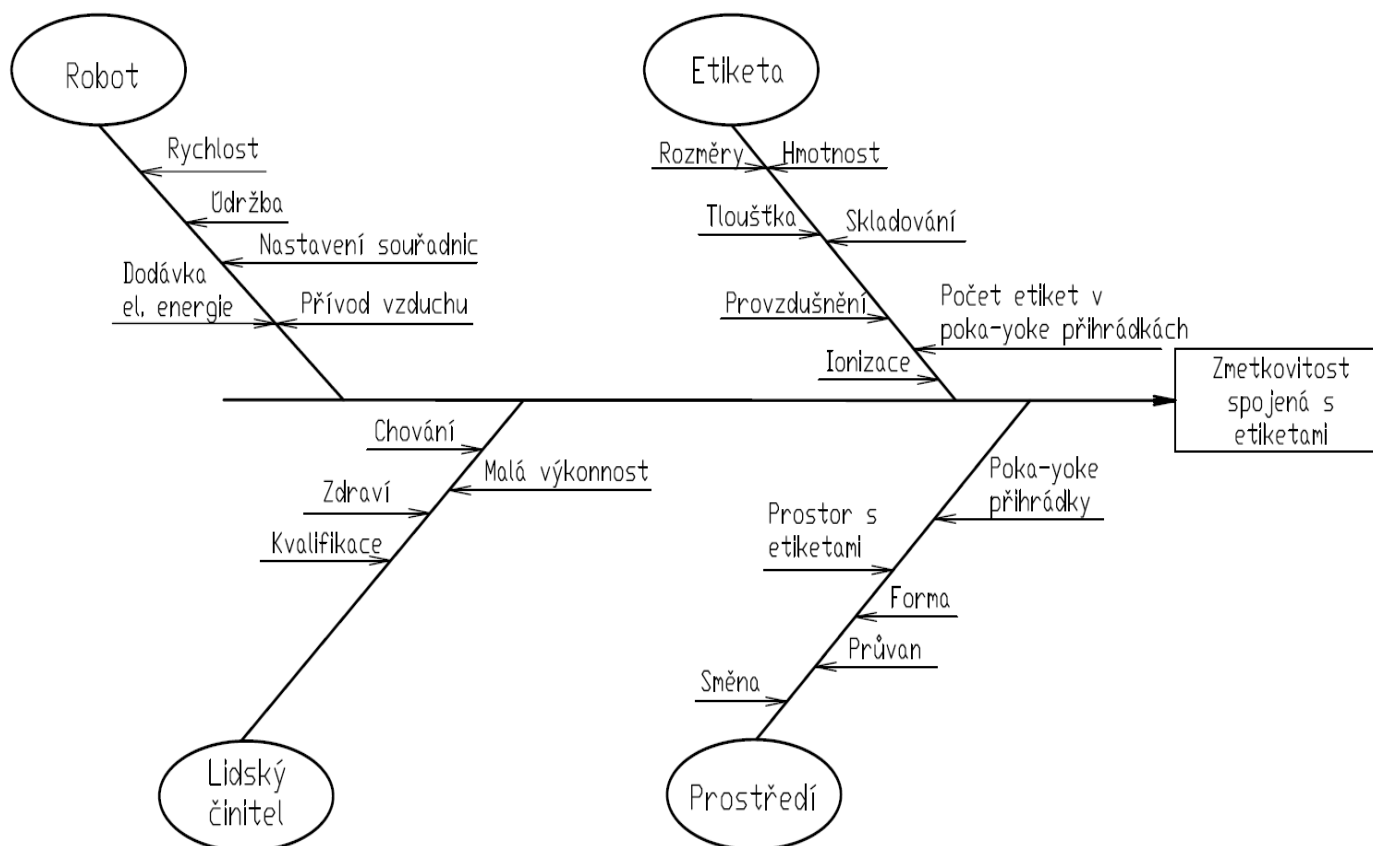
Obr. 31) Vliv obsluhy lisu na neshodnou výrobu



Obr. 32) Vliv seřizovačů na neshodnou výrobu

## 6.5 Zjišťování možných příčin

V reakci na výsledky z Paretova diagramu se diplomová práce bude zabývat příčinami, které způsobují porušení dvou znaků jakosti, které souvisí s etiketami. Pro tuto část procesu byl vytvořen Išikawův diagram viz obr. č. 33



Obr. 33) Išikawův diagram 2

### 6.5.1 Vlastnosti etiket

Všechny 4 druhy etiket, které byly za sledovací období použity, byly rozměrově porovnány, a nenastala zde žádná významná odchylka. Za pomoci mikrometru a kapesní váhy bylo zjištěno, že jednotlivé druhy etiket se ve vlastnostech významně neliší. Vzhledem k tomu, že všechny etikety pochází od stejného dodavatele a jsou skladovány za stejných podmínek, můžeme vliv kvality etiket na neshodnou výrobu vyloučit.

### 6.5.2 Poka-yoke přihrádky

Doposud se v tomhle případě vyskytovala jedna nedostatečnost, která by mohla mít vliv na křivost etikety. Podle obr. č. 34 můžeme vidět, že jsou etikety dodatečně podloženy tvrdým kartonem. Tato chyba byla částečně odstraněna, deska se vyfrézovala a kolíky byly nastaveny správně. I přesto, zde stále nelze zabránit kreativě obsluhy, která není nijak omezena úpravou podložení etiket pomocí tvrdého papíru. V tomto případě se vliv kreativity, při provádění experimentů, neuvažoval.



Obr. 34) Poka-yoke přihrádky před zásahem

### 6.5.3 Počet etiket v poka-yoke přihrádkách

V tomhle případě bylo zapotřebí experimentu. Experiment probíhal v KT 33,34 a 36. Pokusy se prováděly ve třech fázích.

1. Přihrádky byly zaplněny etiketami do poloviny
2. Přihrádky byly zcela zaplněny etiketami
3. V přihrádkách byl nízký počet etiket

Sběr dat je uveden v příloze č. 5 a vyplývá z nich, že nejlepší situace pro proces je v případě, pokud jsou přihrádky s etiketami vyplněny alespoň do poloviny výšky. Jak je uvedeno dále ve studii FMECA, při zcela zaplněných přihrádkách vzniká problém s odfouknutím etiket kvůli nainstalovaným ofukům, a tím riziko nasátí etikety zkřiva. Při tomto způsobu odebrání etiket nastává problém s přisátím, pokud je etiket nachystáno málo. V 7.2.3 je předložen návrh na řešení celkového problému s poka-yoke přihrádkami.

#### 6.5.4 Příprava a provzdušňování etiket

Etikety jsou dodávány v několika stech kusech na sobě. Vzhledem k materiálu etikety, zde vzniká elektrostatický náboj, které způsobuje přilepení etiket k sobě, což vede ke špatnému odebrání robotem. Proto je obsluha povinná, před vložením etiket do poka-yoke přihrádek tyto etikety provzdušnit. Již v minulosti bylo prokázáno, že bez tohoto provzdušnění dochází ke zvýšení počtu neshodných kusů. U poka-yoke přihrádek jsou dále nainstalovány dvě provzdušňovací hadice, které k efektivnosti procesu pomáhají.



Obr. 35) Dodávka etiket

#### 6.5.5 Průvan

V tomto případě bylo opět za potřeby experimentu. Přihrádka s etiketami je umístěna v uzavíratelném prostoru a stroj se nachází blízko okna, které je především v letních měsících neustále otevřeno, proto je zde možnost narušení procesu vlivem průvanu. Experiment se prováděl v KT32 a v KT 33. Z nasbíraných dat, které jsou uvedené v příloze č. 3 a 4 vyplývá, že otevřené okno a prostor s etiketami nemají významný vliv na zmetkovitost.

#### 6.5.6 Rychlost podávání etiket robotem do formy

V rámci experimentu, který se prováděl v KT2 a KT3 2019 byl zjišťován vliv rychlosti robotu při podávání etiket do formy. V příloze č. 6 můžeme vidět výsledky toho experimentu. Byl proveden experiment s rychlostí 95 % a 100 %. Jak je vidět z výsledků experimentu, nic nám nebrání v tom, aby jel robot na 100 %.

### 6.6 FMEA

„Analýza způsobů a důsledků poruch, je systematický postup analýzy systému, za účelem zjištění potenciálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků na technické parametry (výkonnost) systému.“ Důvodů, proč analýzu provádět je několik, např. zjištění poruch, které mají nežádoucí vliv na proces, možnosti zlepšení bezporuchovosti nebo bezpečnosti systému aj. Cílem analýzy může být dále identifikace a vyhodnocení všech nežádoucích důsledků, stanovení kritičnosti, zjištění funkčních poruch a v neposlední řadě samozřejmě vypracování plánu na zlepšení. Jak se má analýza FMEA používat, aby se splnily stanovené cíle, nám napovídá norma ČSN EN 60812, kterou čeká v dubnu 2019 nové vydání. [20]

V této kapitole, bude vypracována FMECA té části systému, která má největší vliv na neshodnou výrobu, opět je tedy vycházeno z Paretova diagramu. Do této části nám vstupují objekty, jako je forma, lidský činitel, prostředí, etiketa, ionizace a robot. Stanovily se možné způsoby, důsledky a příčiny poruch, které vedou k porušení znaků jakosti č. 2 a č. 3. K výpočtu RPN se využilo hodnocení uvedené v příloze č. 7.

### Forma

Vzhledem k tomu, že lis neslouží pouze pro jednu výrobu, během roku dochází k výměně forem. Zde proto nastává riziko, že může být forma vlivem opotřebení stavěcích šroubů a děr nasazena křivě, což způsobí špatné zakládání etiket.

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhalení	
Forma	Nasazení	křivě nasazená	uchopení etikety zkřiva	8	opotřebení stavěcích šroubů a děr	kontrola vodováhou	1	-	10	80

### Lidský činitel

V tomhle případě, má obsluha lisu na starost pouze 2 věci. Provzdušňovat etikety před vložením do přihrádek a zavčas etikety doplňovat, aby se zamezilo výrobě neshodných kusů. Jak už bylo řečeno dříve, obsluha má během směny na starost i další práci, proto zde nastává možnost, že se zapomene a etikety zavčas nedoplní. Obsluha není při provzdušňování etiket nijak hlídána, proto jsou u přihrádek nainstalovány dodatečné provzdušňovací hadice, které provzdušní etikety vždy před přísátím robotem.

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhalení	
Lidský činitel	Provzdušnění etiket	neprovzdušnění	neuchopení etikety	7	lidský faktor	seznámení s výrobní dokumentací	5	-	10	350
			uchopení více etiket zaráz	8						400
	Doplnění etiket	chybné doplnění	uchopení etikety obráceně	8	lidský faktor	seznámení s výrobní dokumentací	1	zrak	8	64
		nedoplnění	neuchopení etikety	7	lidský faktor	správné rozdělení pracovních činností	2	zrak	8	112

### Prostředí

Lis se nachází u okna, proto je zde možnost poruchy vlivem okolních podmínek jako je průvan. Na tuto možnost byl proveden experiment viz. kap. 6.5.5. Do vlivu prostředí se dále počítá i s nastavením poka-yoke přihrádek.

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN
						Nástroje řízení prevence	Vyskyt	Nástroje řízení detekce	Odhalení	
Prostředí	Vliv okolního prostředí	průvan	odlétnutí etikety	7	otevřené okno	-	6	zrak, pocit	8	336
			uchopení etikety zkřiva	8		-				384
	Vliv nastavení poka-yoke přihrádek	dodatečně upravované	neuchopení etikety	7	nedovolené zasažení do nastavení přihrádek	-	6	-	10	420
			uchopení etikety zkřiva	8						480
		chybně nastavené	uchopení etikety zkřiva	8	nedovolené zasažení do nastavení přihrádek	-	3	-	10	240

### Etiketa

Všechny druhy etiket, které se tu používají pro výrobu pochází od stejného výrobce. Vlastnosti etiket byly porovnány, viz. kap. 6.5.1. Veškeré poruchy, které zde mohou nastat vlivem etikety jsou způsobené výhradně dodavatelem. Většinu těchto poruch, které jsou uvedeny ve zpracování FMECA (dále v příloze) jde zjistit pouze za chodu procesu, neexistuje zde žádná prevence, která by odhalila změnu, kterou dodavatel vykonal. Důležitá je především tloušťka etikety, protože forma je uzpůsobena na určitý tenkostěnný výlisek, a výraznější změna tloušťky etikety i v setinách mm, by mohla způsobit zaseknutí formy.



### Ionizátor

V lisu jsou zabudovány 2 ionizátory. Jeden je zapojen přímo do robotu a druhý je umístěn tak, že robot s etiketami kolem něj prochází, když se přesouvá do formy (tzv. ionizační tyč). Oba ionizátory jsou napojeny do jednoho zdroje.

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhalení	
Ionizátor I	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	přerušení dodávky el. energie	-	2	-	1	14
					porucha	Ionizátor II	1	-	10	70
Ionizátor II	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	přerušení dodávky el. energie	-	1	-	1	7
					porucha	Ionizátor I	1	-	10	70
Ionizátor I+II	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	společná porucha ionizátorů	-	1	-	10	70
					přerušení dodávky el. energie	-	2	-	1	14

### Robot

Pod pojmem robot zde rozumíme zařízení, které má několik funkcí. Nejdříve nasává etiketu, pak přikládá etikety na přípravek, který dále odjíždí do formy. V první fázi je důležité, aby byl robot správně naprogramován, především z důvodu času celého cyklu. Při manipulaci s etiketami zde hrají u nastavení robotu i setiny mm. Během každé této fáze může nastat několik způsobů poruch. Robot ke své funkci potřebuje el. energii a dostatek vzduchu. Část robotu, která nasává etikety se skládá ze dvou dosedacích ploch, se šesti přísavkami, zapojeny jsou ale pouze 4.

Druhá část robotu jsou dva přípravky (zakládací hlavy), které zajiždí do formy. Tady má každý z nich v sobě zabudovány 4 přísavky v dosedací ploše plus na obou stranách další dvě. Dále má v sobě zabudován vlastní ionizátor pro nabití etiket el. nábojem, který způsobí přilnavost při vkládání etiket do formy. Jakmile vloží přípravek etikety do formy, zároveň vyjímá hotové výlisky a přesouvá je k pásu. Vypracování této části je opět uvedeno v příloze.



Jak již bylo zmíněno, důsledek poruchy je ve většině případů nalisování výlisku bez etikety nebo s křivou etiketou. V případě nalisování bez etikety je závažnost hodnocena známkou 7 a nalisování s křivou etiketou známkou 8. Tyto známky jsou uděleny na základě plýtvání. Pokud se nalisuje bez etikety, znamená to pouze ztrátu materiálu, naopak při křivě nalisované etiketě jsou zaznamenány i peněžní ztráty za etikety.

Hodnocení výskytu se vztahovalo na možný způsob poruchy a odhalení na řízení detekce. Vzhledem k vícepráci seřizovačů i obsluhy je odhalení většinou hodnoceno známkou 8 a výš. Pokud se sám seřizovač po poruše nepídí, nic jej na ni neupozorní.

Bylo důležité se zaměřit především na RPN vyšší než 120. Ve všech případech se ale navrhlo takové nápravné opatření, které by odstranilo možný způsob poruchy, proto se výsledek opatření v tomto případě nepodařilo vyčíslit. Jednalo se především o nahrazení přísavky za celoplošnou dosedací plochu nebo úplnou změnu konstrukce poka-yoke přihrádek.



## 7 AKTUÁLNÍ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ A NÁVRH NA ZLEPŠENÍ

### 7.1 Aktuální nápravná opatření

V rámci dostupných zdrojů se provedlo pár nápravných opatření. U robotu byly vyměněny všechny přísavky a zredukovala se délka a počet hadiček a ventilků pro přívod vzduchu. Při nasávání etiket se namísto dosavadních osmi přísavek zapojilo dvanáct. Byly vyfrézovány správné polohy děr pro kolíky u poka-yoke přihrádek. V srpnu 2018 byla forma sundána a provedla se její údržba v jejíchž návaznosti se stanovil její interval. V 7.2 jsou uvedeny další návrhy pro zlepšení procesu, jejichž provedení by znamenaly investici, která musí být schválena vedením podniku.

### 7.2 Návrh na zlepšení – investice

Pro výrazné zlepšení procesu je ve většině případů provést nemalou investici, která leckdy znamená kompletní přestavbu procesu. Za tímto účelem byl proveden průzkum trhu a zajištěna konzultace s odborníky z automatizace a robotiky. Jednalo by se o investici, která by se týkala několika dílčích objektů, které dohromady vytvoří stabilní a ziskový proces.

#### 7.2.1 Forma

Jednu z důležitých částí procesu tvoří forma, která je cca 6 let stará a dá se říct po životnosti. Výrobce zaručuje 1 mil. zdvihů, a tahle forma jich má na kontě cca 12 mil. Výroba nové formy by znamenala investici kolem 1,5 mil. Na tuto investici vedení firmy **přistoupilo**.

#### 7.2.2 Robot

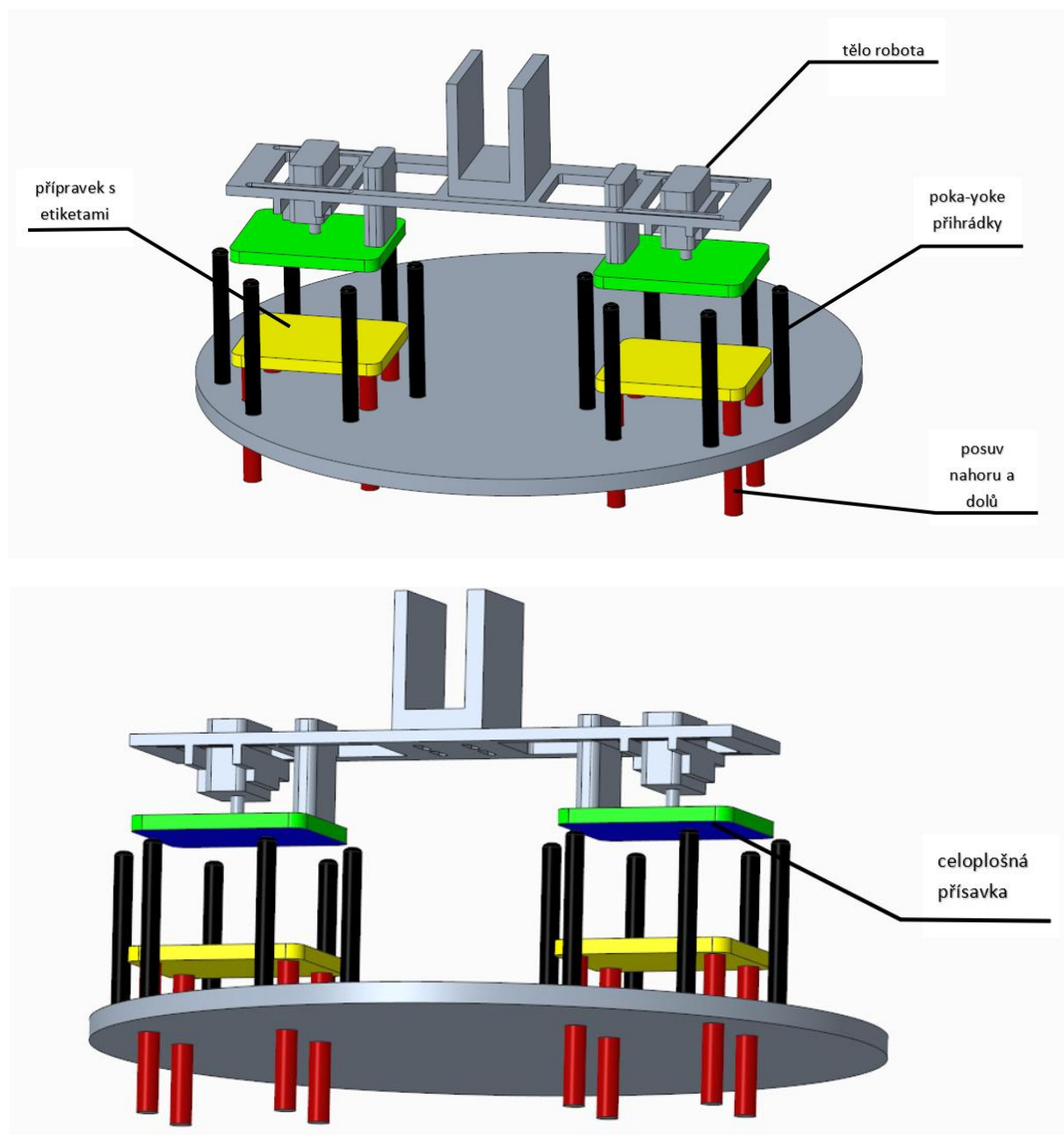
Celý proces funguje, až na jeden den v týdnu, nepřetržitě. Samotný robot má na kontě několik desítek tisíc výrobních hodin. S firmou EOLA se sídlem v Olomouci, která se zabývá průmyslovou automatizací a strojovým viděním bylo zkonzultováno několik možností ohledně úprav robotu. Důležitou změnou by se stala úprava dosedací plochy, která podává etikety na přípravek, který vkládá etikety do formy. Momentálně je tam nainstalováno dvanáct zapuštěných přísavek. Pokud by se tam naistalovala celoplošná dosedací plocha, nemusela by se řešit kontrola a údržba jednotlivých přísavek. Snížilo by se tím také riziko nenasátí etikety nebo nasátí zkřiva.

#### 7.2.3 Poka-yoke přihrádky

Po různých experimentech, sledování procesu a průzkumu internetu se došlo k závěru, že současné provedení těchto přihrádek, není šťastným způsobem pro bezproblémově fungující proces. Vzhledem ke konstrukci, zde vzniká několik rizik, které způsobují neshodné výroby, viz. FMECA.

Po prohlédnutí několika videí na youtube, a po konzultacích s odborníky z automatizace, za účelem nalezení optimální konstrukce poka-yoke přihrádek pro etikety, bylo zjištěno, že ve většině případů se využívají mnohem vyšší přihrádky a také jiný způsob přísávání etiket. V našem procesu jsou etikety uloženy na pružné desce, a robot s přísavkami se přitlačí a etiketu odejme a tím vzniká několik rizik. V ostatních zjištěných případech se přísavky nad přihrádkami pouze zastaví, základna s etiketami se přitlačí a pak opět klesne do původní polohy. Jakmile je přisáto, robot udělá pár pohybů nahoru a dolů, a tím odstraní

případnou etiketu, která je přisátá navíc. Tato navrhovaná část procesu je ukázána na obr. č. 36. V případě konstrukce vyšších přihrádek, by se etikety nemusely doplňovat tak často, a nebyly by na obsluhu vedeny takové nároky. Pokud by se změnil způsob přisávání etiket, mohlo by se z procesu odstranit provzdušňování, protože by na etikety měla velký vliv gravitace. Tento způsob provedení přihrádek se již ve firmě nachází, a to u lisu č.9, proto je tento návrh považován za reálný.



Obr. 36) Nový způsob konstrukce poka-yoke přihrádek

#### 7.2.4 Optická kontrola kvality

Zde se ani tak nejedná o snahu snížení neshodné výroby ale o automatizaci kontroly a snížení chybovosti obsluhy. Lidský činitel je ve výrobním procesu ovlivňován mnoha faktory, které brání v odhalení chyb nebo naopak nejistotu v detekci chyb. I přesto, že je pracovníkem obsluhy kontrolováno 100% výroby, nezaručuje to 100% odhalení neshody. Optická kontrola kvality je v dnešní době na velice vyspělé úrovni. Existuje několik typů kamer pro snímání hotového výrobku, několik softwarů pro vyhodnocování atd. Pokud by se tato kontrola nainstalovala znamenalo by to několik možností pro optimalizaci a zlepšení procesu. „Optické metody měření a následné zpracování digitalizovaného obrazu umožňují v průmyslu řešit většinu problémů spojených s měřením tvarů, rozměrů, barev, potisků, kvality povrchů a dalších problémů spojených se všeobecnou kontrolou jakosti ve výrobě.“ Zkoumaný objekt se vyhodnocuje podle stanoveného algoritmu a po zjištění chyby je vyvolána akce k označení nebo vyřazení vadného kusu. [17] Fungovalo by to tak, že před položením na pás, by robotické rameno ukázalo výlisek kameře, pořídil by se dostatečný počet snímků a proběhlo vyhodnocení. V závislosti na výsledku by rameno robotu položilo výlisek buď na pás, nebo na vyhrazené místo pro neshodnou výrobu. Obsluze lisu by tak odpadla kontrola výlisků a byla by jí umožněna další práce. Zavedení tohoto strojového vidění by znamenalo pořídit inteligentní kameru a software pro vyhodnocování.

##### a) Kontrola znaků jakosti

Jak už bylo uvedeno dříve, sledujeme v tomhle procesu 6 znaků jakosti. Pokud by se zde zavedla optická kontrola kvality, znamenalo by to zajistit kamery schopné rozpoznávat barvu, polohu potisku a tvar objektu.

##### b) Záznam a vyhodnocování OEE a SPC

Pořízením softwaru pro optickou kontrolu kvality by znamenalo možnost vyhodnocování procesu v čase. Počítač by byl schopen si sám počítat procenta neshodné výroby, zjišťovat a vyhodnocovat OEE, a především roztříďovat neshody, což by byl základ pro vytváření statistických nástrojů jako Paretovy diagramy, histogramy, regulační diagramy a podobné nástroje pro zlepšování kvality. Propojení softwaru s počítačem a vhodnými programy pro vyhodnocování těchto údajů by znamenal ve firmě obrovský skok směrem ke zlepšení.

Další výhodou tohoto softwaru by bylo, že si bude moci během výroby tyto data počítat, a pokud by došlo k překročení stanovené hranice neshodné výroby za určitý časový úsek byl by upozorněn seřizovač. Toto zde prozatím provádí obsluha lisu, která není v častých případech schopna závčas seřizovače upozornit na problém a vyrobí se tak zbytečně nějaké procento vadných kusů.

##### c) Automatické třídění neshodných dílů

K teoretické dokonalosti celého tohoto projektu by byla možnost naprogramovat robot tak, aby zjištěné vadné kusy izoloval na stanovené místo. To by pro obsluhu znamenalo pouze doplňovat etikety a balit hotové výrobky a proces by se tím stal z 90 % automatizovaný.



## 8 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Technicko-ekonomické hodnocení je vypracováno jako podklad pro posouzení návratnosti vyplývajících investic. Na základě tohoto hodnocení je provedeno rozhodnutí, zda je vhodné danou investici realizovat či nikoliv, nebo jestli se má uvažovat o daném řešení na úrovni optimálního. Podnik má především za úkol učinit dvě rozhodnutí: finanční a investiční. Investiční znamená, že podnik určí, do jakých aktiv se bude investovat, a finanční pak zahrnuje velikost zdrojů.

Pro vyhodnocování ekonomického posouzení bylo důležité zanalyzovat stav za rok 2018.

### 8.1 Stanovení maximální výrobní schopnosti

$V_p$ ... počet kusů za hodinu

$T_p$ ...počet hodin (za rok 2018, při 3 směnném provozu)

$$Q_p = V_p * T_p = 743\text{ks} * 250\text{dní} * 24\text{hodin} - 10 \% (\text{plánované prostoje}) = 4\,012\,200 \text{ ks} \quad (6)$$

### 8.2 Celkové využití výrobní kapacity

$Q_s$ ... to co se reálně vyrobilo

$Q_p$ ...to co se vyrobit mělo

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} = \frac{2\,193\,837}{4\,012\,200} = 54,68 \% \quad (7)$$

### 8.3 Procento neshodné výroby

$$\% \text{neshodné výroby} = \frac{\text{počet neshodných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} = \frac{102\,936}{2\,193\,837} = 4,69\% \quad (8)$$

### 8.4 Analýza výroby za rok 2018

Vyrobeno kusů	OK Kusy	Z toho neshodné kusy	Prodáno kusů	Výrobní jednotková cena	Celková cena evidenční	Prodejní jednotková cena	Vyfakturováno
2 193 837	2 090 901	102 936	2 090 901	1,29 Kč	2 824 626,52 Kč	2,027 Kč	4 238 256,33 Kč

Tab 3) Přehled výroby za rok 2018

Opravy	Náhradní díly	Preventivní údržba
31 000,00 Kč	18 000,00 Kč	17 600,00 Kč

Tab 4) Náklady na formu

Využití výrobní kapacity	Neshodná výroba
54,68 %	4,69 %

Tab 5) Ukazatelé výkonu a kvality

## 8.5 Využitelnost drtě z neshodných kusů

Drť z neshodných kusů je dále využívána pro ostatní výrobu. Příklad využití drtě je uveden pro výlisek spojka cívky.

Počet kg použitelné drtě ze 102 936 neshodných kusů misky	3020,4
Počet ks spojky cívky vyrobených z drtě	46 698
Cena drcení 1 kg materiálu	1,80 Kč
Mzda obsluhy drtícího zařízení/hod (super hrubá mzda)	150 Kč
Maximální dosažitelný hodinový výkon drtícího zařízení:	100-120 kg
Reálný dosažený hodinový výkon drtícího zařízení	15 kg
Počet hodin drcení 3020,4 kg	202
1 kg originálu PP Sabic pro výrobu spojky cívky	34,00 Kč

Tab 6) Využitelnost drtě

Ušetřeno díky drti:  $Z = \text{cena za originál} - \text{náklady na drcení} =$

$$= (3020,4 * 34) - ((202 * 150) + (1,80 * 3020,4)) = 66\,957 \text{ Kč} \quad (9)$$

Tento zisk je kladný pro výrobu spojky cívky. Je sice pozitivní, že drť z neshodných kusů misky Ballino lze dále zpracovat do jiné výroby, ovšem stále je výroba neshodných kusů brána jako záporná hodnota efektivnosti výroby.

## 8.6 Porovnání současného stavu a stavu po zavedení doporučených opatření

### 8.6.1 Náklady na nekvalitu

- a) Rok 2018 – výrobní kapacita 54,68 % - výroba se pohybovala kolem 5 400 ks/směna
- výrobní náklady na neshodné kusy = neshodné kusy \* výrobní cena/ks =  $102\,936 * 1,29 = 132\,787,44 \text{ Kč}$  (10)
  - drcení materiálu = (počet hodin drcení 1 kg materiálu \* mzda obsluhy drtícího zařízení/hod) + (cena drcení 1 kg materiálu + počet kg materiálu) =  $= 202 * 150 + 1,80 * 3020,4 = 35\,737 \text{ Kč}$  (11)
  - náklady na skladování (1 týden) a manipulaci neshodných ks = počet neshodných ks \* náklady na skladování a manipulaci 1 neshodného ks =  $102\,936 * 0,011 = 1133 \text{ Kč}$  (12)

Náklady na nekvalitu za rok 2018 činily 169 656,46 Kč.

Náklady na opravu formy za rok 2018 činily 66 600 Kč

$$Zisk_{2018} = (\text{Prodáno ks} * \text{prodejní cena}) - (\text{prodáno ks} * \text{výrobní cena}) - \text{náklady na nekvalitu} - \text{náklady na opravu formy} \quad (13)$$

V roce 2018 se dosáhlo zisku 1 304 738 Kč



b) stav po zavedení nápravných opatření

Do nákladů je potřeba rovněž započítat výdaje na preventivní údržbu, jejichž interval je stanoven na 100tis. zdvihů, činí 400 Kč/hod (super hrubá mzda) a provádí se 8 hodin. Tato údržba by byla prováděná o víkendu, nezasahuje tudíž do kapacity výroby.

Výrobní kapacita 100%

- výrobní náklady na neshodné kusy – 51 757 Kč
- drcení materiálu – 14 322 Kč (81 hodin)
- náklady na skladování neshodných ks – 490 Kč

Náklady na nekvalitu by činily 66 520 Kč

- náklady na preventivní údržbu – počet údržeb \* cena \* počet hodin =  $22 * 200 * 8 = 70\,400$  Kč (14)

Při těchto podmínkách by se mohlo dosáhnout zisku 2 790 501 Kč.

Výrobní kapacita 90 %

- výrobní náklady na neshodné kusy – 46 582 Kč
- drcení materiálu – 12 889 Kč (73 hodin)
- náklady na skladování neshodných ks – 441 Kč

Náklady na nekvalitu by činily 59 868 Kč

- náklady na preventivní údržbu = 64 000 Kč (20 údržeb)

Při těchto podmínkách by se mohlo dosáhnout zisku 2 510 811 Kč.

Výrobní kapacita 54 ,68 %

- výrobní náklady na neshodné kusy – 28 301 Kč
- drcení materiálu – 7 831 Kč (44 hodin)
- náklady na skladování neshodných ks - 241 Kč

Náklady na nekvalitu by činily 36 373 Kč

- náklady na preventivní údržbu = 35 200 Kč (11 údržeb)

Při těchto podmínkách by se mohlo dosáhnout zisku 1 529 141 Kč

Rok 2018	
Výrobní kapacita	54,68 %
Vyrobena kusů	2 193 837
Výrobní cena/kus	1,29 Kč
Neshodná výroba/ks	102 936
Zmetkovitost	4,69 %
Prodáno kusů	2 090 901
Prodejní cena	2,03 Kč
Náklady na nekvalitu	169 656 Kč
Náklady na preventivní údržbu	66 600 Kč
Zisk	1 304 738 Kč

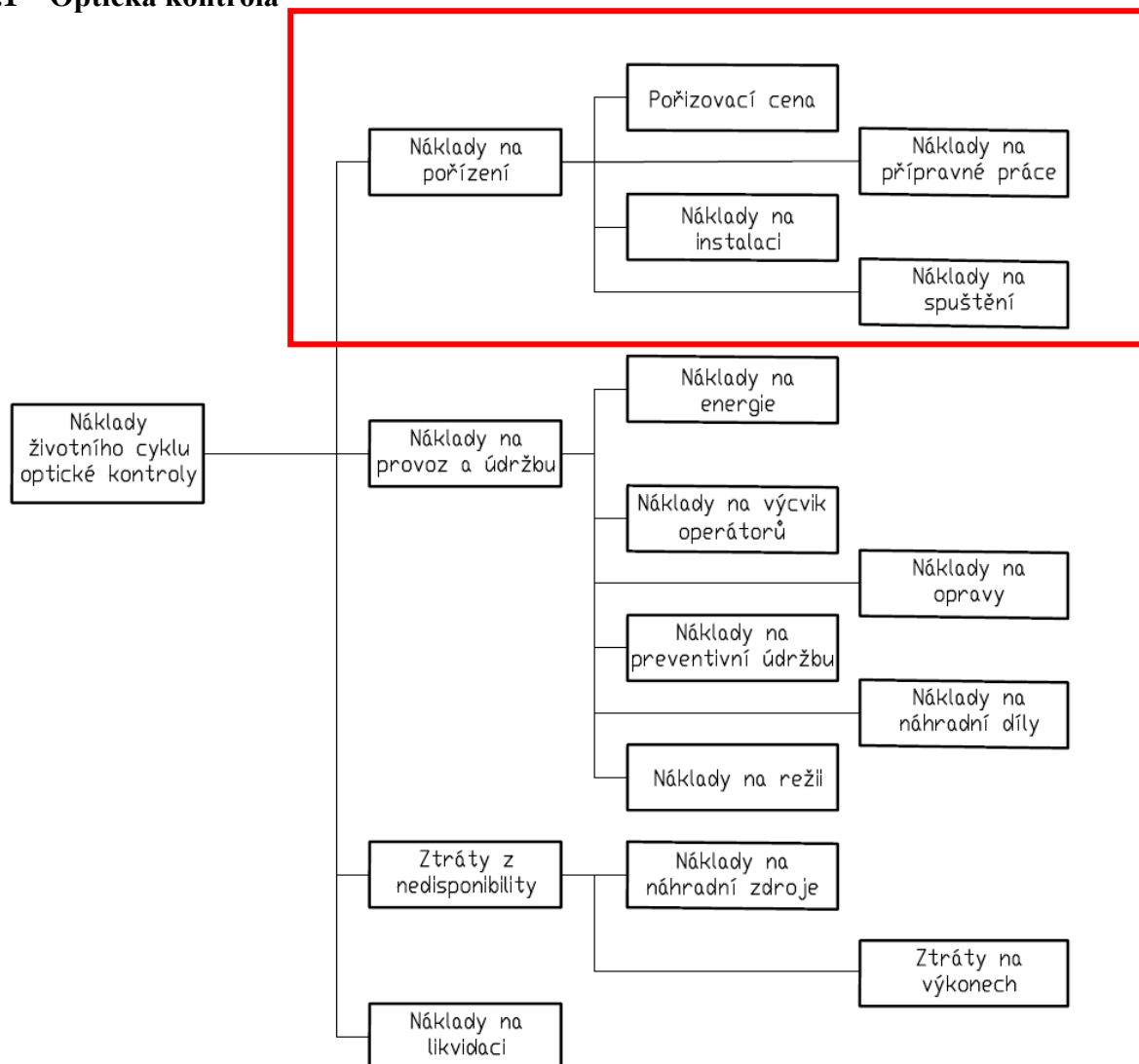
Tab 7) Popis ekonomického stavu za rok 2018

Stav po nápravném opatření					
Výrobní kapacita	100 %	Výrobní kapacita	90 %	Výrobní kapacita	54,68 %
Vyrobena kusů	4 012 200	Vyrobena kusů	3 610 980	Vyrobena kusů	2 193 871
Výrobní cena/kus	1,29 Kč	Výrobní cena/kus	1,29 Kč	Výrobní cena/kus	1,29 Kč
Neshodná výroba/ks	40 122	Neshodná výroba/ks	36 110	Neshodná výroba/ks	21 939
Zmetkovitost	1 %	Zmetkovitost	1 %	Zmetkovitost	1 %
Prodáno kusů	3 972 078	Prodáno kusů	3 574 870	Prodáno kusů	2 171 932
Prodejní cena	2,027	Prodejní cena	2,027 Kč	Prodejní cena	2,027 Kč
Náklady na nekvalitu	66 520 Kč	Náklady na zmetkovitost	59 868 Kč	Náklady na nekvalitu	36 373 Kč
Náklady na preventivní údržbu	70 400 Kč	Náklady na preventivní údržbu	64 000 Kč	Náklady na preventivní údržbu	35 200 Kč
Zisk	2 790 501 Kč	Zisk	2 510 811 Kč	Zisk	1 529 141 Kč

Tab 8) Popis ekonomického stavu po zavedení nápravných opatření

## 8.7 Návratnost finančních prostředků

### 8.7.1 Optická kontrola



Obr. 37) Náklady životního cyklu optické kontroly [13]

Úspora nákladů pro navrhované řešení optické kontroly bude vycházet z časové úspory mzdy pracovníka. Náklady spojené s pořízením optické kontroly zahrnují pořizovací cenu, přípravné práce, instalaci a spuštění kamerového systému. Linka nebude zcela automatizována, obsluha bude nadále doplňovat etikety a balit kusy.

$$\text{Prostá doba návratnosti finančních prostředků} = \frac{\text{vynaložené náklady (bez DPH)}}{\text{úspora nákladů po zavedení řešení}} \quad (15)$$

$$\text{Prostá doba návratnosti finančních prostředků} = \frac{655\,000}{150 \frac{\text{Kč}}{\text{hod}} * \frac{22,5 \text{ hod}}{\text{den}}}$$

$$\text{Návratnost finančních prostředků} = \text{necelých } \underline{6,5} \text{ měsíce}$$

### 8.7.2 Nová forma

Investice do nové formy nebyla předmětem této diplomové práce. Investice a realizace tohoto projektu proběhla během roku 2018 bez ohledů na výsledky DP. Nová forma šla do provozu v únoru 2019.

### 8.7.3 Poka-yoke přihrádky + nové zakládací hlavy + celoplošná dosedací plocha

U dodavatele z Itálie byla poptána nabídka na výměnu stávajícího podávajícího pneumatického zařízení za jinak koncepčně řešený s pohonem pomocí servomotoru. V rámci nabídky byly poptány i nové zakládací hlavy s integrovaným elektrostatickým generátorem, které by umožnily odstranit ionizační tyč. Tato investice by znamenala náklady v hodnotě 700 tis. Kč.

Pokud jde o změnu poka-yoke přihrádek, zde vycházíme především z výsledků FMECA. Vysoká RPN nám napovídají, že se jedná o slabé místo procesu, které je potřeba nějakým způsobem řešit.

Pokud by se tedy do tohoto opatření investovalo, znamenalo by to při výrobní kapacitě 54,68 % rozdíl v zisku o 224 tis. Kč/rok, při 90 % 1,206 mil. Kč/rok a při 100 % využití 1,486 mil. Kč/rok. Z těchto údajů jsme schopni odhadnout splacení investice, která by v prvním případě byla zhruba 3 roky a 1 měsíc, v druhém případě 7 měsíců a při 100 % využití výrobní kapacity zhruba 7 měsíců.

$$\begin{aligned} \text{Návratnost investice}_{54,68\%} &= \frac{\text{výše investice}}{\text{zisk po nápravném opatření} - \text{zisk}_{2018}} \quad (16) \\ &= \frac{700\,000}{1\,592\,141 - 1\,304\,738} = 3,12 \text{ let} = 3 \text{ roky } 1 \text{ měsíc } 14 \text{ dní} \end{aligned}$$

Pro zvolení možnosti ohledně nového robotu byla poptána i repase robotu, která by znamenala 2 měsíce bez výroby a cca 500 tis. Kč. Už jenom tyto dva údaje s porovnáním nabídky na výměnu stávajícího pneumatického pracoviště znamenaly, že by tato volba nebyla vhodná.

## 9 SHRNUÍ DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ

Na základě sběru dat a za použití regulačního diagramu se zjistilo, že je proces statisticky zvládnutý. Tento výsledek byl odrazovým můstkem pro zjištění způsobilosti procesu. Jako index způsobilosti se použila horní mez jednostranného konfidenčního intervalu podílu neshodných jednotek. [13] Vzhledem k tomu, že tato mez byla vyšší než stanovená hranice, nelze proces považovat za způsobilý.

Další důležité zjištění vyplynulo z Paretova diagramu. Podle pravidla 80 % bylo podstatné zabývat se neshodami v souvislosti s etiketami. Na tomto základě se vytvořil Ishikawův diagram a byla provedena FMECA systému.

Pro zjištění nejčastější příčiny neshodné výroby v souvislosti s etiketami se provedlo několik experimentů a kontrol. Zamítl se, jak vliv druhů příchutí etiket, tak i možnost vlivu průvanu. Při experimentu s počtem etiket v přihrádkách se rozpoznalo, že nejhorší možný scénář je při nízkém naplnění. Při experimentu s rychlostí robotu při vkládání etiket do formy se zjistilo, že při nastavení rychlosti na 100 % se neshodná výroba na rozdíl od nastavení 95 % výrazně neliší.

Výsledky experimentů se dále promítly do FMECA. Nejvyšší RPN se vyskytovalo u způsobů poruchy, které byly spojeny s nevhodně konstruovanými poka-yoke přihrádkami a přísavkami. Zde se navrhla změna, která by měla poruchy odstranit.

Jedním z cílů této diplomové práce bylo pomoci statistických metod regulovat proces a snížit zmetkovitost. Ač se udělalo několik experimentů, zavedla se nápravná opatření (viz. kap. 7.1), provedla se údržba, není tento proces schopen plnit požadované výsledky. Je zde několik faktorů, které brání k získání plného úspěchu. Pokud by tedy byla priorita 1 % neshodné výroby, bylo by vhodné, aby se vyrobila nová forma, pořídil nový robot a taktéž způsob zakládání a zacházení s etiketami. V plastikářském průmyslu existuje několik možností, jak by tento proces mohl být lepší, to by ovšem znamenalo investice.

V rámci ekonomického zhodnocení navrhovaných nápravných opatření, byl nejdříve popsán současný stav nákladů a zisku. Tento stav byl důležitý pro porovnání se ekonomickými stavy, který by nastaly po zavedení nápravných opatření. Počítalo se s náklady na 1 % zmetkovitosti, dále na preventivní údržbu a ostatní náklady spojené s likvidací neshodné výroby. Zjišťovaly se možné zisky se současnou výrobní kapacitou a s kapacitou 100 a 90 %, aby si organizace uvědomila, kolik by mohla získat, při plném vytížení stroje a při cílené zmetkovitosti. Všechny tyto ekonomické úvahy pracují s předpokladem stabilního trhu a zákazníka.



## 10 ZÁVĚR

V teoretické části byla představena firma KP – KOPRO a ve stručnosti popsán její výrobní program. Jedna velká kapitola se týkala samotné statistické regulace procesu. Byly popsány etapy a metody SPC a v neposlední řadě 7 základních nástrojů kvality. Teoretická část obsahuje i informace o regulačních diagramech a analýze způsobilosti procesu.

Praktická část je rozdělena na několik etap. Je zde popsán samotný proces, jak slovně, tak i pomocí postupového diagramu. Byly využity nástroje kvality jako Išikawův diagram, histogram, Paretova analýza, regulační diagramy a FMECA systému. Bylo popsáno a nafoceno několik znaků kvality. V příloze jsou dále uvedeny sběry dat jak před zasažením do procesu, tak během experimentů.

Vzhledem k tomu, že nám regulační diagram ukázal, že se jedná o staticky zvládnutý stav, mohli jsme se zabírat zlepšováním procesu. Že je potřeba proces zlepšit, nám vyplynulo ze zjištění, že proces není způsobilý.

Důležitým odrazovým můstkem byl především Paretův diagram, který vyhodnotil, čím je potřeba se obzvláště zabývat. Jednalo se tedy o neshodnou výrobu, která byla spojena s etiketami.

Další krok bylo vytvoření druhého Išikawova diagramu, který se zabýval pouze příčinami poruch v souvislosti s etiketami, tak jak nám ukázal Paretův diagram. Příčiny se nejprve hledaly v základních dimenzích, jimiž byly: robot, prostředí, lidský činitel a etiketa. Išikawův diagram nám dal tedy základ pro tvoření experimentů.

Z experimentů se např. ukázalo, že nám při výrobě nevádí různé druhy příchutí etiket, skladování etiket, a dokonce ani průvan. Důležité bylo, aby se zjistilo, co má naopak na neshodnou výrobu vliv. Zjistilo se, že podstatným faktorem je počet etiket v přihrádkách, způsob uchopení etiket a nastavení poka-yoke přihrádek.

Pro doplnění Išikawova diagramu byla vytvořena FMECA systému. I zde se objevovaly pouze možné způsoby poruchy, které vyplývaly z Paretova diagramu. Bylo důležité se zaměřit především na RPN vyšší než 120. Ve všech případech se navrhlo takové nápravné opatření, které by odstranilo možný způsob poruchy, proto se výsledek opatření v tomto případě nepodařilo vyčíslit. Jednalo se především o nahrazení přísavky za celoplošnou dosedací plochu nebo úplnou změnu konstrukce poka-yoke přihrádek.

Bylo navrženo několik nápravných opatření, které by ovšem znamenaly výraznou investici. Vedení společnosti prozatím souhlasilo pouze s pořízením nové formy, která šla do provozu v únoru 2019. Další investice, na které se začalo pracovat je optická kontrola kvality.

Do firmy byli přizváni odborníci z firmy EOLA, se kterými byla prodiskutována možnost této kontroly. Toto opatření by především znamenalo omezení chyby způsobené lidským faktorem, která by měla vliv na zákazníka. Nabídka ve formě zavedení optické kontroly byla naceněna na 655 tis. Kč. Významná investice, která by pravděpodobně přinesla podstatné zlepšení procesu, by se týkala koupi nového robotu a přestavby poka-yoke přihrádek. U dodavatele z Itálie byla poptána nabídka na přestavbu pneumatického pracoviště, která byla odhadnuta na 700 tis. Kč. Tyto dvě nabídky se dále promítly do technicko-ekonomického posouzení.

Pro vyhodnocení technicko-ekonomického posouzení bylo podstatné zanalyzovat současný stav výroby s přihlédnutím na náklady a zisky. Tento stav byl nadále porovnáván s různými stavy, které by nastaly při zavedení nápravných opatření. Porovnávaly se zisky se třemi různými využitími výrobní kapacity s ohledem na 1 % neshodné výroby.

Nejnevhodnější výsledek by nastal, pokud by výroba splňovala pouze 55 % výrobní kapacity, tak jak je tomu do teď. Rozdíl v zisku by činilo pouze 224tis./rok a investice by byla splacena zhruba za 3 roky. Ekonomicky zajímavější varianta by byla, kdyby výrobní kapacita splňovala 90 % a zisk by tak činil 1,2 mil./rok a finanční prostředky na investici by byly splaceny za 7 měsíců.

Nad zavedením optické kontroly výroby se uvažovalo především kvůli narůstajícím reklamám od zákazníka. Znamenala by omezení chyb lidského činitele, ušetřila by část nákladů na plat pracovníka. Optická kontrola by znamenala posun ke zlepšení a k automatizaci výroby a rovněž by držela krok s nastupujícím Průmyslem 4.0. Návratnost této investice by byla zhruba 6,5 měsíce.



# 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## 11.1 Knižní publikace

- [1] Statistická regulace procesů (SPC): příručka. 2. vyd. Přeložil Jiří MICHÁLEK. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01810-9.
- [2] FIALA, Alois. Statistické řízení procesů. Brno: Inženýrské centrum Brno, 1996.
- [3] TOŠENOVSKÝ, Josef. Statistické metody pro zlepšování jakosti. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-7225-040-X.
- [4] NENADÁL, Jaroslav. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [5] DEVORE, Jay L a Nicholas R FARNUM. Applied statistics for engineers and scientists. 2nd ed. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, c2005. ISBN 0-534-46719-9.
- [6] ČECH, Jaroslav. Statistické řízení jakosti. Brno: Vysoké učení technické, 1993. ISBN 8021405287.
- [7] ŠPAČKOVÁ, M. Využití parametrů textury povrchu pro posuzování shody a řízení procesu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 79 s.
- [8] MONTGOMERY, Douglas. Introduction to statistical quality control. 6th ed. Hoboken, N.J.: Wiley, 2009. ISBN 978-0-470-16992-6.
- [9] JAROŠOVÁ, Eva a Darja NOSKIEVIČOVÁ. Pokročilejší metody statistické regulace procesu. Praha. Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5355-3
- [10] Analýza systémů měření (MSA): příručka. 4. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2011. ISBN 978-80-02-02323-5.
- [11] Firemní dokumenty
- [12] PLURA, Jiří. Analýza způsobilosti procesů. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3719-2
- [13] NENADÁL, Jaroslav. Management kvality pro 21. století. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-561-2.

## 11.2 Internetové zdroje

- [14] <https://kp-kopro.cz/>
- [15] <http://www.kvalitaprodukcie.info/histogram/>
- [16] <https://support.minitab.com/>
- [17] <http://eola.cz/>
- [18] [http://ufmi.ft.utb.cz/texty/zprac\\_exp/ZE3.pdf](http://ufmi.ft.utb.cz/texty/zprac_exp/ZE3.pdf)

## 11.3 Normy

- [19] ČSN ISO 7870–2 Regulační diagramy – část 2: Shewartovy regulační diagramy
- [20] ČSN EN ISO 60812

## **11.4 Konzultace**

Navrátil Miloš – seřizovač

Zapletal Radomil – seřizovač

Mařata Zdeněk – technolog

Přikryl Pavel – technolog

Ing. Harčarík Matěj – VUT Brno

Ing. Kotek Luboš Ph.D. – VUT Brno

Ing. Rozehnalová Jana M.Sc. – VUT Brno

## 12 SEZNAM ZKRATEK, OBRÁZKŮ A TABULEK

### 12.1 Seznam zkratk

SPC – Statistical process control – Statistické řízení procesů

DMAIC – D (Define) definovat, M (Measure) měřit, A (Analyze) analyzovat, I (Improve) zlepšovat, C (Control) řídit

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis – Analýza možných způsobů a důsledků poruch

FMECA – Failure mode, effects and criticality Analysis – Analýza způsobů a důsledků kritičnosti poruch

MSA – Measurement Systems Analysis – analýza systému měření

OEE – Overall Equipment Effectiveness – celková efektivita výroby

QM – Quality manager – manažer kvality

RD – regulační diagram

RPN – Risk Priority Number – ukazatel priority rizika

CL – central line – centrální přímka

UCL – upper control limit – horní regulační mez

LCL – lower control limit – dolní regulační mez

KT – kalendářní týden

F...fixní náklady

p.... prodejní cena bez DPH

b....výrobní cena za 1 ks bez DPH

Vp... počet kusů za hodinu

Tp...počet hodin

kc...výrobní kapacita

Qs... to co se reálně vyrobilo

Qp...to co se vyrobit mělo

### 12.2 Seznam obrázků

Obr. 1)	Logo KP – KOPRO .....	17
Obr. 2)	Cyklus zlepšování procesu.....	21
Obr. 3)	Rozdělení SPC .....	22
Obr. 4)	Příklad vývojového diagramu .....	24
Obr. 5)	Příklad Paretova diagramu .....	25
Obr. 6)	Příklad Išikawova diagramu .....	25
Obr. 7)	Základní typy stochastické závislosti dvou proměnných.....	26
Obr. 8)	Schéma postupu při výběru vhodného klasického RD .....	27
Obr. 9)	Shewartův regulační diagram.....	28

Obr. 10)	Znázornění $\pm 3$ sigma .....	28
Obr. 11)	Testy vymezitelných příčin .....	30
Obr. 12)	Strategie zlepšování procesu .....	32
Obr. 13)	Životní cyklus výrobku .....	35
Obr. 14)	Podstata ekonomiky kvality .....	35
Obr. 15)	Postupový diagram procesu .....	40
Obr. 16)	Uchopení etiket a vložení na přípravek .....	41
Obr. 17)	Vložení přípravku s etiketami dovnitř formy .....	41
Obr. 18)	Položení výlisků na pás .....	42
Obr. 19)	Išikawův diagram .....	42
Obr. 20)	Znak jakosti č. 1 .....	43
Obr. 21)	Znak jakosti č. 2 .....	44
Obr. 22)	Znak jakosti č. 3 .....	44
Obr. 23)	Znak jakosti č. 4 .....	45
Obr. 24)	Znak jakosti č. 6 .....	46
Obr. 25)	Histogram četností neshodných kusů .....	46
Obr. 26)	Paretův diagram .....	47
Obr. 27)	P – diagram .....	48
Obr. 28)	Laney P diagram .....	48
Obr. 29)	Laney P diagram_1 .....	49
Obr. 30)	Vliv jednotlivých směn na neshodnou výrobu .....	50
Obr. 31)	Vliv obsluhy lisu na neshodnou výrobu .....	50
Obr. 32)	Vliv seřizovačů na neshodnou výrobu .....	51
Obr. 33)	Išikawův diagram_2 .....	51
Obr. 34)	Poka-yoke přihrádky před zásahem .....	52
Obr. 35)	Dodávka etiket .....	53
Obr. 36)	Nový způsob konstrukce poka-yoke přihrádek .....	60
Obr. 37)	Náklady životního cyklu optické kontroly .....	67

## 12.3 Seznam tabulek

Tab 1) Tvary histogramů .....	23
Tab 2) Data pro Paretovu analýzu .....	47
Tab 3) Přehled výroby za rok 2018 .....	63
Tab 4) Náklady na formu .....	63
Tab 5) Ukazatelé výkonu a kvality .....	63
Tab 6) Využitelnost drtě .....	64
Tab 7) Popis ekonomického stavu za rok 2018 .....	66
Tab 8) Popis ekonomického stavu po zavedení nápravných opatření .....	66



## 13 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - Parametry vstřikování [firemní]

Příloha č. 2 - Sběr dat od 3. 4. 2018 do 9. 5. 2018

Příloha č. 3 - Sběr dat v KT 32 – experiment – zavřené okno

Příloha č. 4 - Sběr dat v KT 33 – experiment s otevřeným oknem (průvan)

Příloha č. 5 – Sběr dat v KT 33,34 a 36 – experiment s počtem etiket

Příloha č. 6 – Sběr dat v KT 2 a 3 2019 - Experiment s rychlostí zakládání etiket do formy

Příloha č. 7 – Hodnocení závažnosti (S), výskytu (O) a detekce (D)

Příloha č. 8 – FMECA systému





# 14 PŘÍLOHY

## Příloha č.1 Parametry vstřikování [11]

KP - KOPRO s.r.o.

Příloha č.09d OS1015

PARAMETRY VSTŘIKOVÁNÍ ZHAFIR										ID dílu	90973			V1			
Název dílu	MISKA BALLINO 1000ml									Hmota	PP SABIC 412 MK49						
Číslo formy	50345	Stroj		12						Hmota							
Násobnost	2	x	Obsluha		25		%		UV Stab.						%		
Čas cyklu	9,73	sec.			Temperace	Tol. +/- 5°C		Barva		HP5CA0647 MODRÁ				%			
Zamyk. síla	3000	kN	Pevná		12		°C		Posuv.	12	°C		Nadouvadlo			%	
Výška formy	464,93	mm	Teplota sušení				°C		Doba	hod.		Váha dílu	60,5		kg		
Vyhazovač			mm	Průměr šneku		55		mm	Rádus	ANO	mm	Váha zdvihu	60,5		kg		
Otevírání formy										Zavírání formy							
	SE	S5	S4	S3	S2	S1				S0	S1	S2	S3	S4	S5	SE	
Pozice	443	/	/	/	7	5	mm		Pozice	443	280	105	10	/	2,8	0	
	VE	V5	V4	V3	V2	V1				V1	V2	V3	V4	V5	VE		
Rychlost	95	/	/	/	95	27	%		Rychlost	90	90	90	/	80	60	%	
Ochranná síla				%													
Vyhazovač vpřed					Vyhazovač vzad					Mód vyhazovače		VYPNUTO					
	S1	S2	SE					SE	S2	S1			Počet zdvihů				
Pozice					mm		Pozice				mm		Zpož. vpřed.			s.	
	V1	V2	VE					VE	V2	V1			Zpož. vzad			s.	
Rychlost					%		Rychlost				%		Par. s formou			Start pozice	
Vstřikovací jednotka				Mód odjezdu		BEZ ODJEZDU			Čas odjezdu				Zpož. odjezdu			s.	
				Uzav. trysky		ZAP	Zpož. vstříku od ot. trysky			s.		Otevř. Formy s plast./paral.			ZAP		
Dotlak					Vstřikování												
	PE	P3	P2	P1					S6	S5	S4	S3	S2	S1	S8		
Tlak					bar.		Pozice		24,2	/	/	/	30	32	93	mm	
	TE	T3	T2	T1					V6	V5	V4	V3	V2	V1			
Čas					sec.		Rychlost		145	/	/	/	148	150	mm/s.		
Max. rychlost				mm/s				Max. vstřikovací tlak		1210		bar.					
V/D Přepnutí	POZICE		Dekomprese šneku			Plastifikace					Šnek zpět						
V/D Čas	0,95	sec.						S1	S2	SE							
V/D Pozice	24,2	mm	Pozice		3	mm	Pozice		20	/	58	mm	Šnek zpět o	35	mm		
V/D Rychlost	40	mm/s	Rychlost		15	mm/s			V1	V2	VE		Rychlost	25	mm/s		
Čas chlazení	3,8	sec.						Rychlost	300	/	300	RPM	Zpož. plast.	0,1	s.		
Zpož. vstříku	0,2	sec.			Zpožd.	Čas	Pozice			P1	P2	PE	Mód šneku zpět				
PNEU	Start foukání		foukání	foukání	formy		Tlak		45	/	75	%	PLASTIFIKACE+DOTLAK				
PNEU 1	FORMA OTEVŘÍT STOP		0,75	0,6					BP1	BP2	BPE		kompresní vstřikování				
PNEU 2	FORMA OTEVŘÍT START		0	0,65			Zpět. odpor		150	/	150	BAR	Mód komprese				
PNEU 3	START VSTŘIKU		0	0,9			RYCHLOST ROBOTA 95%										
PNEU 4																	
PNEU 5																	
PNEU 6																	
Topení válce							Horké kanály										
°C	zóna 1	zóna 2	zóna 3	zóna 4	zóna 5	Plnění			°C	zóna 1	zóna 2	zóna 3	zóna 4	zóna 5	zóna 6	zóna 7	zóna 8
Pož.	245	245	245	245	245				Pož.	245	220	215	220	200	210		
Stanovené parametry pro sériovou výrobu ( POZNAMKA: Tolerance stanovených parametrů +/- 10% - není-li uvedeno jinak )																	
Parametr	čas cyklu		čas vstříku		čas dávkování		tlak vstříku		polštář		teplota vody		teplota vody				
Hodnota	9,7		0,52		2,35		1172		23,5		12		12				
Dokument je opisem základ. údajů z řídicího systému stroje																	
Vypracoval:										Dne:		03.04.2018					

Příloha č. 2 Sběr dat od 3.4.2018 do 9.5.2018

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Deformace výlisku	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
03.04.2018	A	UR		184	65	14				263	5400	5663	4,64%	ZR2	strawberry	12824
03.04.2018	B	ŠP		6	239	25				270	5800	6070	4,45%	ŠM		
03.04.2018	C	MR		56	128	73	87			344	5400	5744	5,99%	NM		
04.04.2018	A	UR		31	171	19	2			223	5600	5823	3,83%	ZR2		
04.04.2018	B	BP		44	161	80				285	5700	5985	4,76%	ŠM		
04.04.2018	C	ZV		40	120	150				310	5700	6010	5,16%	NM		
05.04.2018	A	UR		16	27	26				69	5700	5769	1,20%	ZR2		
05.04.2018	B	BP		41	100	22				163	5700	5863	2,78%	ŠM		
05.04.2018	C	ZV			90	60				150	6000	6150	2,44%	NM		
06.04.2018	A	UR		1	2	15				18	5700	5718	0,31%	ZR2		
06.04.2018	B	ŠP			61	9				70	1500	1570	4,46%	ŠM		
06.04.2018	B	ŠP		15	183	35				233	4200	4433	5,26%	ZR2	cherry	12861
06.04.2018	C	MR		17	52	161				230	5930	6160	3,73%	NM		
07.04.2018	A	KM			120	26				146	5600	5746	2,54%	ZR1		
08.04.2018	C	KM			150	40				190	4600	4790	3,97%	ŠM		
09.04.2018	A	ŠP			114	36				150	6000	6150	2,44%	ZR1		
09.04.2018	B	ZV			130	100				230	5600	5830	3,95%	NM		
09.04.2018	C	LJ			150	120				270	5500	5770	4,68%	ŠM		
10.04.2018	A	ŠP		2	183	74				259	5700	5959	4,35%	ZR1		
10.04.2018	B	ZV			70	40				110	6000	6110	1,80%	NM		
10.04.2018	C	UR		3	67	82				152	5700	5852	2,60%	ZR2		
11.04.2018	A	ŠP		5	37	44				86	2100	2186	3,93%	ZR1		

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Deformace výlisku	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
11.04.2018	A	ŠP		124	128	141				393	3400	3793	10,36%	ZR1	caramel	12899
11.04.2018	B	ZV			105	60				165	5600	5765	2,86%	NM		
11.04.2018	C	UR			7	22	54			83	5100	5183	1,60%	ZR2		
12.04.2018	A	ŠP		17	83	50	11			161	5700	5861	2,75%	ZR1		
12.04.2018	B	ŠJ		50	80	80		20		230	5700	5930	3,88%	NM		
12.04.2018	C	UR		25			76			101	2200	2301	4,39%	ZR2		
13.04.2018	A	BP		9	1	3				13	100	113	11,50%	ZR1		
13.04.2018	A	ŠP		17	4	31				52	4900	4952	1,05%	ZR1		
13.04.2018	B	MR		62	47	38				147	5400	5547	2,65%	NM		
13.04.2018	C	KK		36	12	25				73	5700	5773	1,26%	ZR2		
14.04.2018	A	UR		80	17	11				108	5100	5208	2,07%	ZR1		
15.04.2018	C	ŠP	36	59	260	31				386	5500	5886	6,56%	ZR1		
16.04.2018	A	ŠJ								0	200	200	0,00%	NM		
16.04.2018	A	MK			10	14				24	600	624	3,85%	NM		
16.04.2018	A	ZV			160	25				185	4800	4985	3,71%	NM		
16.04.2018	B	LJ		13	50	15				78	5700	5778	1,35%	ŠM		
16.04.2018	C	UR		8	22	11				41	5700	5741	0,71%	ZR1		
17.04.2018	A	ZV			70	60				130	5700	5830	2,23%	NM		
18.04.2018	A	ZV		20	100					120	3800	3920	3,06%	NM	cherry	12972
18.04.2018	B	LJ			35	15				50	5800	5850	0,85%	ŠM		
18.04.2018	C	UR		3	78	13				94	5700	5794	1,62%	ZR1		
20.04.2018	A	ZV		50	200	30				280	3600	3880	7,22%	NM		
20.04.2018	B	KM			200	100				300	5400	5700	5,26%	ŠM		
20.04.2018	C	UR		47	64	23				134	5700	5834	2,30%	ZR1		
21.04.2018	A	ŠJ		210	50	100				360	5350	5710	6,30%	ZR2		
22.04.2018	C	ZV		30	90	70				190	4950	5140	3,70%	NM		
23.04.2018	A	UR		17	38	8				63	5600	5663	1,11%	ŠM		
23.04.2018	B	ŠP		10	190	123	33			356	5300	5656	6,29%	ZR1		
23.04.2018	C	MK		50		200				250	2800	3050	8,20%	NM		

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolité	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Deformace výlisku	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
23.04.2018	C	MK		25	20	15				60	2600	2660	2,26%	NM	caramel	13029
24.04.2018	A	UR		2	15	19				36	5500	5536	0,65%	ŠM		
24.04.2018	B	BP		12	385	36				433	5500	5933	7,30%	ZR1		
24.04.2018	C	ZV			250	200				450	4800	5250	8,57%	NM		
25.04.2018	A	UR		11	165	132	6			314	5000	5314	5,91%	ŠM		
25.04.2018	B	BP		26	279	176				481	5400	5881	8,18%	ZR1		
25.04.2018	C	ŠJ		127	212	220			220	779	3000	3779	20,61%	NM		
27.04.2018	B	ŠP		14	102	28				144	4500	4644	3,10%	ZR1		
27.04.2018	C	ZV			70	30				100	5700	5800	1,72%	NM		
28.04.2018	A	UR		6	36	26				68	5400	5468	1,24%	ZR1		
30.04.2018	C	SV		27	73	68				168	5100	5268	3,19%	ZR2		
01.05.2018	A	UR		20	6				26	52	3000	3052	1,70%	ZR1		
01.05.2018	B	ZV			60	40				100	5500	5600	1,79%	NM		
01.05.2018	C	LJ			46	24	9			79	5750	5829	1,36%	ZR2		
02.05.2018	A	UR		21	15	9			78	123	5550	5673	2,17%	ZR1		
02.05.2018	B	ZV							120	120	2700	2820	4,26%	NM		
02.05.2018	B	ZV			30	10				40	2300	2340	1,71%	NM	cherry	13070
02.05.2018	C	SV		12	172	6				190	4000	4190	4,53%	ŠM		
03.05.2018	A	UR			11	2				13	3250	3263	0,40%	NM		
03.05.2018	B	ZV			250	60				310	4150	4460	6,95%	ZR1		
03.05.2018	C	KM		3		29				32	5800	5832	0,55%	ŠM		
04.05.2018	A	UR		59	6	8				73	5400	5473	1,33%	MZ		
04.05.2018	B	ZV		150		60				210	5250	5460	3,85%	NM		
04.05.2018	C	LJ			25	10				35	4950	4985	0,70%	ZR2		
05.05.2018	A	BŽ		7		4				11	4100	4111	0,27%	ZR1		
06.05.2018	C	BP			184	25				209	4300	4509	4,64%	ZR1		
07.05.2018	A	ŠJ			18	15				33	4800	4833	0,68%	ZR2		
07.05.2018	B	UR					80			80	450	530	15,09%	ŠM		
07.05.2018	C	BŽ			32				20	52	1950	2002	2,60%	ZR1		
08.05.2018	A	ŠJ	144							144	1200	1344	10,71%	NM		
08.05.2018	B	UR				7				7	2100	2107	0,33%	ŠM		

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Deformace výlisku	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
23.04.2018	C	MK		25	20	15				60	2600	2660	2,26%	NM	caramel	13029
24.04.2018	A	UR		2	15	19				36	5500	5536	0,65%	ŠM		
24.04.2018	B	BP		12	385	36				433	5500	5933	7,30%	ZR1		
24.04.2018	C	ZV			250	200				450	4800	5250	8,57%	NM		
08.05.2018	B	UR				1				1	3600	3601	0,03%	ŠM	chocolate	13114
08.05.2018	C	BP			1	3				4	6000	6004	0,07%	ZR1		
09.05.2018	A	ŠJ		5		68	6			79	5700	5779	1,37%	NM		
09.05.2018	B	SV		6	15	24	28		79	152	4050	4202	3,62%	ZR2		

<b>Suma</b>	180	1931	6999	3905	392	20	543	13970	394580	408550	<b>průměr</b>
<b>%podíl vady</b>	1,29%	13,82%	50,10%	27,95%	2,81%	0,14%	3,89%	3,42%	96,58%	100%	3,74%

Lisování MISKA BALLINO – sběr dat od 3.4.2018 do 9.5.2018 - lis č.12

Příloha č. 3 Sběr dat v KT 32 – experiment – zavřené okno

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřik	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
06.08.2018	A	BŽ			41	20			61	5400	5461	1,12%	ZR1	chocolate	13794
06.08.2018	B	KM			32	15			47	5700	5747	0,82%	ZR2		
06.08.2018	C	ZV			21	16			37	5700	5737	0,64%	NM		
07.08.2018	A	BŽ			13	9			22	5700	5722	0,38%	ŠM		
07.08.2018	B	KM			15	7			22	3900	3922	0,56%	ZR1		
07.08.2018	B	KM			18	5			23	1500	1523	1,51%	ZR1	lemon	13798
07.08.2018	C	ŠJ			10	12			22	6000	6022	0,37%	NM		
08.08.2018	A	BŽ			26	14			40	5400	5440	0,74%	ŠM		
08.08.2018	B	UR			11	7			18	5700	5718	0,31%	ZR1		
08.08.2018	C	ŠJ			9	4			13	5700	5713	0,23%	NM		
09.08.2018	A	BŽ			12	18			30	5700	5730	0,52%	ŠM		
09.08.2018	B	UR			8	13			21	5100	5121	0,41%	ZR1		

Suma	0	0	216	140	0	0	356	61500	61856	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	60,67%	39,33%	0,00%	0,00%	0,58%	99,42%	100%	0,63%

Příloha č.4 Sběr dat v KT 33 – experiment s otevřeným oknem (průvan)

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřik	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu
14.08.2015	A	UR			2	6			8	4800	4808	0,17%	ZR1	caramel	13800
14.08.2015	B	MK			35	8			43	5100	5143	0,84%	NM		
14.08.2015	C	KM			12	4			16	5400	5416	0,30%	ŠM		
15.08.2018	A	UR			5	9			14	5400	5414	0,26%	ZR1		
15.08.2018	B	ŠJ			10	3			13	5400	5413	0,24%	NM		
15.08.2018	C	KM			18	12			30	1500	1530	1,96%	ŠM	cherry	13885
15.08.2018	C	KM			2	6			8	3900	3908	0,20%	ŠM		
16.08.2018	A	ŠP			9	14			23	5400	5423	0,42%	ZR1		
16.08.2018	B	ŠJ			12	61			73	5400	5473	1,33%	NM		
16.08.2018	C	KM			77	6			83	5100	5183	1,60%	ŠM		
17.08.2018	A	UR			12	8			20	4200	4220	0,47%	ZR1		
17.08.2018	C	KM			10	11			21	5050	5071	0,41%	ZR2		

Suma	0	0	204	148	0	0	352	56650	57002	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	57,95%	42,05%	0,00%	0,00%	0,62%	99,38%	100%	0,68%

Příloha č. 5 Sběr dat v KT 33,34 a 36 – experiment s počtem etiket

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu	
14.08.2018	C	KM			12	9			21	5400	5421	0,39%	ŠM	caramel	13800	1.fáze
15.08.2018	A	UR			9	5			14	5400	5414	0,26%	MZ			
15.08.2018	B	ŠJ			10	12			22	5400	5422	0,41%	NM			
15.08.2018	C	KM			3	7			10	1500	1510	0,66%	ŠM			

Suma	0	0	34	33	0	0	67	17700	17767	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	50,75%	49,25%	0,00%	0,00%	0,38%	99,62%	100%	0,43%

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu	
21.08.2018	A	ŠJ			8	85			93	5100	5193	1,79%	NM	chocolate	13921	2.fáze
21.08.2018	B	KM			15	131			146	5100	5246	2,78%	ŠM			
22.08.2018	A	ŠJ			31	35			66	5100	5166	1,28%	NM			
22.08.2018	B	KM			6	120			126	5100	5226	2,41%	ZR2			

Suma	0	0	60	371	0	0	431	20400	20831	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	13,92%	86,08%	0,00%	0,00%	2,07%	97,93%	100%	2,07%

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřík	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu	
05.09.2018	A	UR			27	110			137	5100	5237	2,62%	ZR1	cherry	13958	3.fáze
05.09.2018	B	BŽ			46	104			150	4500	4650	3,23%	ZR2			
05.09.2018	C	KM			180	120			300	5400	5700	5,26%	NM			
06.09.2018	A	UR			42	62			104	4800	4904	2,12%	ZR2			

Suma	0	0	295	396	0	0	691	19800	20491	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	42,69%	57,31%	0,00%	0,00%	3,37%	96,63%	100%	3,31%

**1. fáze** Přihrádky byly zaplněny etiketami do poloviny **2. fáze** Přihrádky byly zcela zaplněny etiketami **3. fáze** V přihrádkách byl nízký počet etiket



Příloha č.6 Sběr dat v KT 2 a 3 2019 – experiment s rychlostí zakládání etiket do formy

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřik	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu	
10.01.2019	B	CM				38			38	4500	4538	0,84%	NM	chocolate	14837	Rychlost robota 95%
10.01.2019	C	KM				15			15	6000	6015	0,25%	ZR2			
11.01.2019	A	HE				30			30	5700	5730	0,52%	ZR1			
11.01.2019	B	CM				58			58	5700	5758	1,01%	NM			
11.01.2019	C	LJ				26			26	4300	4326	0,60%	ZR2			
13.01.2019	C	BŽ				16			16	4700	4716	0,34%	ZR1			
14.01.2019	A	CM				17			17	5300	5317	0,32%	NM			
14.01.2019	B	ZJ				15			15	4900	4915	0,31%	ZR2			
14.01.2019	C	BŽ				13			13	5100	5113	0,25%	ZR1			

Suma	0	0	0	228	0	0	228	46200	46428	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,49%	99,51%	100%	0,49%

Datum	Směna	Jméno	Rozjezd	Nedolitě	Bez etikety	Křivá etiketa	Otřep, přestřik	Jiné neshody (špinavé, prasklé...)	Celkem NOK	Celkem OK	Kusy celkem	% zmetků	Seřizovač	Název	Číslo výrobního příkazu	
15.01.2019	A	CM				20			20	5100	5120	0,39%	NM	chocolate	14837	Rychlost robota 100%
15.01.2019	B	ZJ				26			26	5100	5126	0,51%	ZR2			
15.01.2019	C	BŽ				14			14	5100	5114	0,27%	ZR1			
16.01.2019	A	CM				23			23	5100	5123	0,45%	NM			
16.01.2019	B	ZJ				18			18	5100	5118	0,35%	ZR2			
16.01.2019	C	BŽ				17			17	5100	5117	0,33%	ZR1			
17.01.2019	A	CM				46			46	5400	5446	0,84%	NM			
17.01.2019	B	ZJ				39			39	5100	5139	0,76%	ZR2			
17.01.2019	C	BŽ				31			31	5100	5131	0,60%	ZR1			

Suma	0	0	0	234	0	0	234	46200	46434	průměr
%podíl vady	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,50%	99,50%	100%	0,50%

Hodnocení závažnosti	
Známka	Komentář
10	Porucha formy/lisu, výroba pouze neshodných kusů – odstavení výroby
9	
8	Výroba neshodných kusů – nutný zásah do výroby
7	
6	Viditelné porušení znaků jakosti – přezkoumání QM
5	
4	Kvalita výlisku je snížena na stanovenou přijatelnou úroveň
3	
2	Vada je přehlédnutelná
1	

Hodnocení výskytu		
Známka	Četnost	Komentář
10	více jak 10x/směna	Neustálé poruchy
9	5 - 9x/směna	Časté poruchy
8	2 - 4x/směna	Občasné poruchy
7		
6	max 1x/směna	Poměrně málo poruch
5		
4	Porucha byla zaznamenána pouze jednou	Porucha je ojedinělá
3		
2	Porucha nebyla nikdy zaznamenána	Porucha je nepravděpodobná
1		

Hodnocení odhalení		
Známka	Četnost	Komentář
10	Poruchu není možné odhalit	Téměř vyloučené
9		
8	Malá šance pro odhalení poruchy	Velmi nízká pravděpodobnost
7		
6	Závada může být odhalena	Mírná pravděpodobnost
5		
4	Existuje dobrá šance, že se porucha odhalí	Vysoká pravděpodobnost
3		
2	Porucha se odhalí s jistotou	Téměř jistota
1		

Příloha č.8 FMECA systému

Systém LISOVNA		ANALÝZA MOŽNÝCH ZPŮSOBŮ A DŮSLEDKŮ PORUCH										Číslo FMEA 1					
Subsystém Lis č.12																	
Komponent Miska Ballino												Vypracoval Buriánková Alena					
												Datum vypracování 6.2.2019					
Řešitelský tým Alena Buriánková, Miloš Navrátil, Zdeněk Mařata, Radomil Zapletal																	
Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN	Doporučené opatření	Odpovídá & Termín dokončení	Výsledky opatření				
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhavení				Přijaté opatření Datum dokončení	Závažnost	Výskyt	Odhavení	RPN
Forma	Nasazení	křivě nasazená	uchopení etikety zkrřiva	8	opotřebení stavěcích šroubů a děr	kontrola vodováhou	1	-	10	80				8	1	10	80
Robot	Naprogramování robotu	chybný program	poškození formy a robotu	10	lidský faktor	pomalý rozjezd procesu	1	kontrola při rozjezdu	1	10				10	1	1	10
Lidský činitel	Provzdušnění etiket	neprovzdušnění	neuchopení etikety	7	lidský faktor	seznámení s výrobní dokumentací	5	-	10	350	změna konstrukce poka- yoke přihrádek			N/A	N/A	N/A	N/A
			uchopení více etiket zaráz	8						400				N/A	N/A	N/A	N/A
	Doplnění etiket	chybné doplnění	uchopení etikety obráceně	8	lidský faktor	seznámení s výrobní dokumentací	1	zrak	8	64				8	1	8	64
		nedoplnění	neuchopení etikety	7	lidský faktor	správné rozdělení pracovních činností	2	zrak	8	112				7	2	8	112
Prostředí	Vliv okolního prostředí	průvan	odlétnutí etikety	7	otevřené okno	-	6	zrak, pocit	8	336				N/A	N/A	N/A	N/A
			uchopení etikety zkrřiva	8		-				384						N/A	N/A
	Vliv nastavení poka-yoke přihrádek	dodatečně upravované	neuchopení etikety	7	nedovolené zasažení do nastavení přihrádek	-	6	-	10	420	změna konstrukce poka- yoke přihrádek			N/A	N/A	N/A	N/A
			uchopení etikety zkrřiva	8						480				N/A	N/A	N/A	N/A
		chybně nastavené	uchopení etikety zkrřiva	8	nedovolené zasažení do nastavení	-	3	-	10	240				N/A	N/A	N/A	N/A

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN	Doporučené opatření	Odpovídá & Termín dokončení	Výsledky opatření								
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhavení				Přijaté opatření Datum dokončení	Závažnost	Výskyt	Odhavení	RPN				
Etiketa	Provzdušnění etiket	chybné nastavení ofuků	neuchopení etikety	7	nedovolené zasažení do nastavení ofuků	-	5	zrak	8	280	změna konstrukce poka- yoke přihrádek => odstranění ofuků			N/A	N/A	N/A	N/A				
			odlétnutí etikety																		
			uchopení více etiket zaráz																		
		nefunkční ofuky	neuchopení etikety	7	ucpaná hadice	odkalovač + stanoven interval údržby	1	barometr bez alarmu, seřizovač	9	63				N/A	N/A	N/A	N/A				
					přerušení dodávky	-		alarm	1	63											
			uchopení více etiket zaráz		ucpaná hadice	odkalovač + stanoven interval údržby		barometr bez alarmu, seřizovač	9	63				N/A	N/A	N/A	N/A				
					přerušení dodávky vzduchu	-		alarm	1	7											
		Doplňování etiket do poka- yoke přihrádek	etikety doplněné po okraj poka- yoke přihrádek	neuchopení etikety	7	usnadnění práce	-	5	zrak	8	280	výměna přísavek za celoplošnou přísávací plochu, změna konstrukce poka- yoke přihrádek			N/A	N/A	N/A	N/A			
	odlétnutí etikety			7	280																
	uchopení etikety zkřívá			8	320																
	etikety doplněné méně než pod polovinu výšky poka-yoke přihrádek		neuchopení etikety	7	nepozornost	-	9	zrak	8	504	N/A								N/A	N/A	N/A
			uchopení etikety zkřívá	8						576											

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN	Doporučené opatření	Odpovídá & Termín dokončení	Výsledky opatření				
						Nástroje řízení prevence	Vyskyt	Nástroje řízení detekce	Odhalení				Přijaté opatření Datum dokončení	Závažnost	Vyskyt	Odhalení	RPN
Robot	Vložení etiket na přípravek	vakuum na přípravku nevznikne	odlétnutí etikety	7	přerušení odsávání vzduchu	-	1	-	10	70				7	1	10	70
					ucpaná hadice	odkalovač + stanoven interval údržby		-	10	70				7	1	10	70
					tlak pod 1 bar	-		barometr bez alarmu, seřizovač	9	63				7	1	9	63
					prasklá přísavka chybějící přísavka	stanoven interval údržby		-	10	70				N/A	N/A	N/A	N/A
		vakuum na přísavce nezanikne	etiketa zůstane na přísavce	7	zalomená hadička	-	3	-	10	210	redukce délky hadiček, změna počtu ventilků	Navrátil KT 45/2018	redukce délky hadiček, změna počtu ventilků, KT 44/2018	7	1	10	70
		chybějící přísavka	uchopení etikety zkřiva	8	prasklá přísavka	stanoven interval údržby	3	seřizovač	9	216	výměna přísavek za celoplošnou přísavací plochu			N/A	N/A	N/A	N/A
			neuchopení etikety	7						189				N/A	N/A	N/A	N/A
		prasklá přísavka	uchopení etikety zkřiva	8	porucha přísavky	stanoven interval údržby	3	seřizovač	9	216				N/A	N/A	N/A	N/A
			neuchopení etikety	7						189				N/A	N/A	N/A	N/A
		ucpaná přísavka	uchopení etikety zkřiva	8	nečistoty v hadičce	stanoven interval údržby	2	seřizovač	9	144				N/A	N/A	N/A	N/A
			neuchopení etikety	7						126				N/A	N/A	N/A	N/A

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN	Doporučené opatření	Odpovídá & Termín dokončení	Výsledky opatření				
						Nástroje řízení prevence	Výskyt	Nástroje řízení detekce	Odhavení				Přijaté opatření Datum dokončení	Závažnost	Výskyt	Odhavení	RPN
Ionizátor I	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	přerušení dodávky el. energie	-	2	-	1	14	zakládací hlavy s s integrovaným elektrostatickým generátorem			N/A	N/A	N/A	N/A
					porucha	Ionizátor II	1	-	10	70				N/A	N/A	N/A	N/A
Ionizátor II	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	přerušení dodávky el. energie	-	1	-	1	7				N/A	N/A	N/A	N/A
					porucha	Ionizátor I	1	-	10	70				N/A	N/A	N/A	N/A
Ionizátor I+II	Nabití etiket elektrostatickým nábojem	chybná ionizace	etiketa se nezachytí ve formě	7	společná porucha ionizátorů	-	1	-	10	70				N/A	N/A	N/A	N/A
					přerušení dodávky el. energie	-	2	-	1	14				N/A	N/A	N/A	N/A

Objekt/ funkce	Krok procesu	Možný způsob poruchy	Možný důsledek poruchy	Závažnost	Možná příčina poruchy	Stávající opatření				RPN	Doporučené opatření	Odpovídá & Termín dokončení	Výsledky opatření				
						Nástroje řízení prevence	Vyskyt	Nástroje řízení detekce	Odhálení				Přijaté opatření Datum dokončení	Závažnost	Vyskyt	Odhálení	RPN
Robot	Přesunutí přípravku s etiketami k otevřené formě	zastavení přípravku	zastavení procesu	8	přerušení dodávky el. energie	-	2	-	1	16				8	2	1	16
								alarm	1	16				8	2	1	16
		zánik vakua	etiketa z přípravku odletí	7	přerušení odsávání vzduchu	-	1	-	10	70				7	1	10	70
					ucpaná hadice	odkalovač + stanoven interval údržby	1	-	10	70				7	1	10	70
					odpojení hadice	-	1	-	10	70				7	1	10	70
					netěsnost hadice, netěsnost na spoji	stanoven interval údržby	1	-	10	70				7	1	10	70
		Vložení přípravku s etiketami dovnitř do formy	zastavení přípravku	nevložení přípravku s etiketou do formy	8	přerušení dodávky vzduchu	-	1	alarm	1	8				8	1	1
	přerušení dodávky el. energie					-	2	-	1	16				8	2	1	16
	etiketa se ve formě neuchytí		nalisování bez etikety	7	etiketa zůstane na přípravku	-	1	-	10	70				7	1	10	70
					žádná ionizace	použití 2 ionizátorů		-						N/A	N/A	N/A	N/A
	etiketa se ve formě uchytí zkřívá		nalisování etikety zkřívá	8	chybná ionizace	použití 2 ionizátorů	1	-	10	80				N/A	N/A	N/A	N/A
					rychlost robotu 100%	-		-						8	1	10	80
					chybně nastavené souřadnice robotu	-		-									
					nevyrovnaná forma	kontrola vodováhou		-									